





LIBRARY  
OF THE  
UNIVERSITY  
OF ILLINOIS

595.7

In 8

1960

v. 2

OCT 1 1965

BIOLOGY

OAK ST. HDSF



Proceedings of the Inter-  
Congress of Entom.

Return this book on or before the  
**Latest Date** stamped below.

Theft, mutilation, and underlining of books  
are reasons for disciplinary action and may  
result in dismissal from the University.

University of Illinois Library

FEB 27 1967

MAR 19 1969

SEP 9 1969

NOV 20 1969

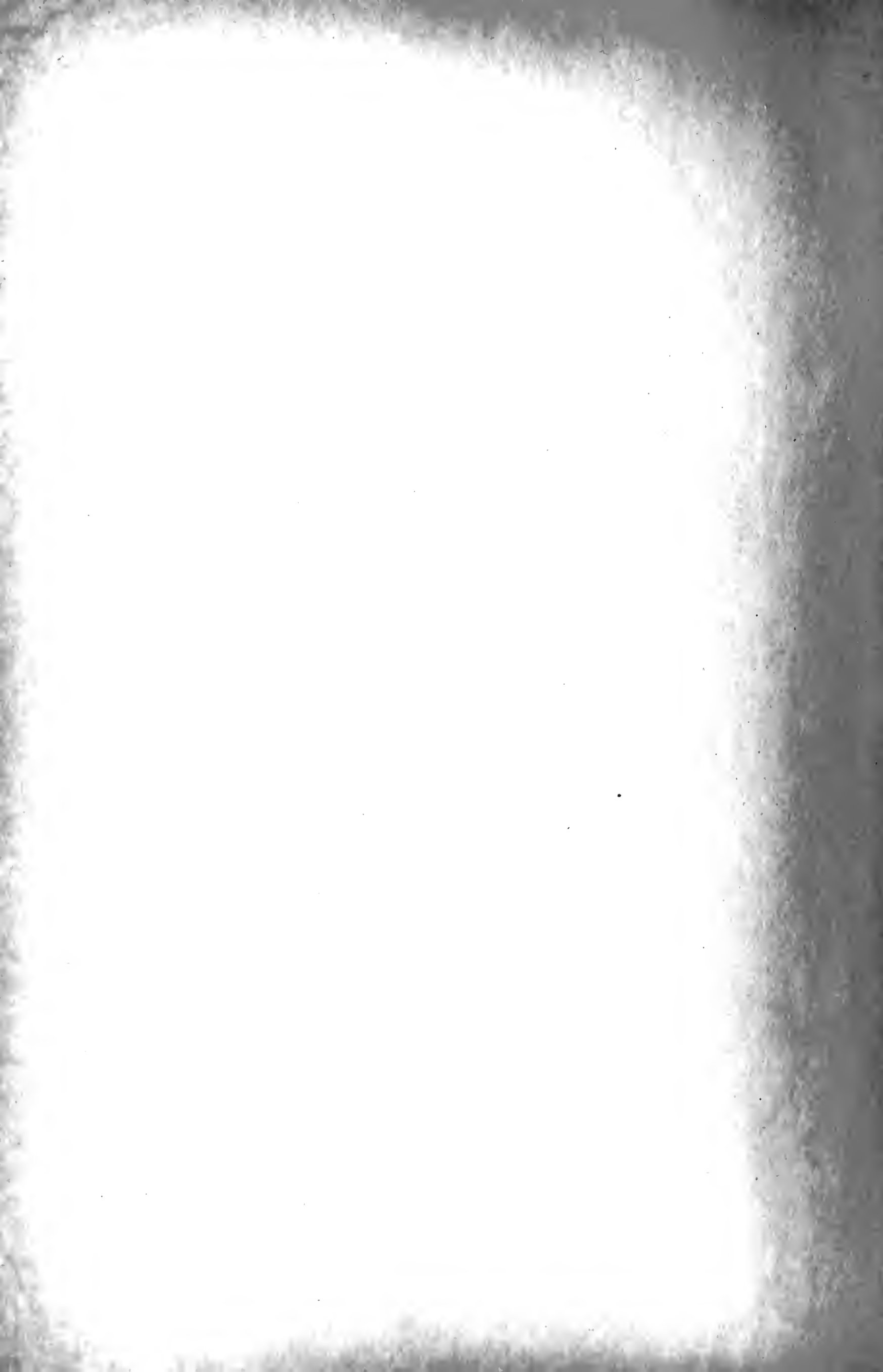
~~JUL 10 1970~~

~~JUL 8 1970~~

~~MAY 11 1971~~  
JUN 03 1983  
26







595.7  
In 8  
1960  
v. 2.

Biol.

115

# XI. Internationaler Kongreß für Entomologie

Wien, 17. bis 25. August 1960

VERHANDLUNGEN

Band II

(Sektion VII bis XIV)



LIBRARY OF THE  
OCT 24 1962  
UNIVERSITY OF MICHIGAN

U 1 4 2 1 3 6 2





# **XI. Internationaler Kongreß für Entomologie**

**Wien, 17. bis 25. August 1960**

## **VERHANDLUNGEN**

**Band II**

**(Sektion VII bis XIV)**

**Wien 1962**

**Herausgeber: Organisationskomitee des XI. Internationalen Kongresses für  
Entomologie, Wien 1960**

**Schriftleitung: Prof. Dr. Hans Strouhal und Prof. Dr. Max Beier, beide  
Naturhistorisches Museum, Wien I, Burgring 7**



595.7  
In 8  
1960  
v. 2

Biol.

## Inhalt von Band II

Vorträge der	Seite
Sektion VII. Landwirtschaftliche Entomologie . . . . .	1
Sektion VIII. Forstentomologie . . . . .	159
Sektion IX. Vorratsschädlinge . . . . .	288
Sektion IX a. Holzschädlinge — Holzschutz . . . . .	321
Sektion X. Medizinische und veterinärmedizinische Entomologie . . . . .	341
Sektion XI. Bienenkunde . . . . .	507
Sektion XII. Bekämpfungsmittel und -verfahren . . . . .	557
Sektion XIII. Biologische Schädlingsbekämpfung. Allgemeines . . . . .	669
Sektion XIII a. Insektenparasiten und Räuber . . . . .	694
Sektion XIII b. Insekten-Viren . . . . .	759
Sektion XIII c. Andere pathogene Organismen . . . . .	833
Sektion XIV. Naturschutz . . . . .	883
Index zu Band II . . . . .	886

Band I erschien Ende 1961.

Biol 27Ag62



## SEKTION VII

# LANDWIRTSCHAFTLICHE ENTOMOLOGIE

### PRELIMINARY NOTES ON NEW METHODS OF CACAO WEEVIL CONTROL IN NEW GUINEA

J. H. ARDLEY

The growing of cacao within the Territory has expanded since the end of the war from nil production to an export of 2,493 tons in 1958—1959 due to extensive post war development by European and native growers. In this period, several indigenous insect pests have emerged from the secondary growth and rain forest associations bordering the Cacao plantings and are now fully adapted to the new host plant. The main pests are pod-piercing hemiptera and the wood boring larvae of species of *Curculionidae* and *Lamiidae*. This paper concerns control measures for the cacao weevil *Pantorhytes proximus* Faust<sup>1</sup> which occurs in the Morobe District of New Guinea.

Plantings of cacao in the Morobe District have increased from a few acres pre-war to approximately 2,000 acres in 1959, equally divided between European and native growers. All of these trees are subject to attack from *P. proximus* as soon as the adult is able to lodge an egg in the bark crevices of the ramifications or jorquette. The larvae then bore into the peripheral wood causing severe damage, ring-barking and the structural weakening of the tree. Mechanical damage following wind is a feature of infested plantings and trees either shed laterals or split from the jorquette to ground level. In isolated instances of badly weevil infested pre-war plantings, the trees grow in a coppice fashion. The chupons never grow beyond a certain stage at which weevil damage causes the tree to split back to ground level. The adults feed on the young fan shoots, chupons and sometimes on the pods, feeding marks are elongate and serrated lengthwise. The life cycle is egg to adult in about 10 months with the adults living for up to 10 months.

In 1956 *P. proximus* was found, adults and larvae, in the secondary growth species *Pipturus argenteus* (Forst) Wedd, Family *Urticaceae*, bordering cacao plantings at Bubia Agricultural Station, Morobe District of New Guinea. Since then, the same relation has been observed throughout the District from sea level to about 2,000 feet. Only one other native host plant species, *Schummansia lenningsii* Schum, Family

<sup>1</sup> Other species of Cacao weevil are:

1. *Pantorhytes plutus* Oberth. New Britain.
2. *Pantorhytes szentivanyi* Mshl. Northern District.
3. *Pantorhytes quadripustulatus* Oberth. Sepik Dist.
4. *Pantorhytes biplagiatus* Guer. British Solomon Is. Prot.

As far as is known, all species are similar to *P. proximus* in ecology and destructive effect on native and adopted host plants.

*Ochnaceae* has been found and is far less frequently distributed. The latter is a rain forest species and likely to be the primary native host from which the pest spread to *Pipturus*.

The highly selective food habit of *P proximus* can be put to good use in controlling its presence in cacao. All *Pipturus* and *Schummannsia* in the immediate vicinity of cacao should be cut down or slashed and other species encouraged or a cover crop substituted. When this is done, immediate spraying is necessary to kill the adults which are disturbed or an attempt made to collect them by hand.

Chemical control of *P proximus* has been under experiment at Bubia Agricultural Station for the last three years. Trials were made early in 1957 with insecticidal lacquers of the type used by Tapley (1) with success against the White Coffee Borer. The lacquer "Ripolac" proved ineffectual against the cacao weevil. Attention was then turned to spraying the trees "in toto" with Dieldrin and DDT at 0.5%. One spraying remained effective for four and two weeks respectively, at a time of the year when the monthly rainfall approached 15 inches. A low grade (70—75% para para isomer) DDT lasted eight weeks under the same conditions. Spraying is very much subject to weather, seasonal conditions and topography and is not suited to many New Guinea plantations.

Experiments were then turned to improving the banding technique by finding a suitable attractant. Dieldrin and DDT based bands will kill only if the weevils are forced into the band. Contact by a passing weevil was too light for it to receive a lethal dose. It was thought that if a attractant could be incorporated, the weevils may thrust the proboscis into the band and make the necessary close contact. Seventy chemical attractants, as listed by Cumber in *Oryctes* experiments (2), were tested, but without giving a single positive or negative result. Trials were continued with the Organic Phosphate insecticides, some of which are too dangerous to the operator to be handled by natives and are therefore under consideration of being banned from the Territory. One of these insecticides — Dipterex — fortunately not toxic to the operator, proved to be especially lethal to *P proximus*. It was originally developed for incorporation with a fruit fly lure and since then has proved useful in controlling many other pests. Sprays of 0.125% and 0.25% (Dipterex concentrate 62.5%) resulted in 100% mortality within a few hours, but in the field, its persistence is only 7 to 10 days depending on the climatic conditions. It is cheaper to use than other insecticides, but not so when its short residual life is considered.

In November, 1959, a further advance was made by incorporating Dipterex 80% wettable powder with Ostico sticky banding material. Bands of varying composition, by volume (i. e. 2:1, 1:2, 1:4, 1:6) were mixed and applied in the field, commencing just below the jorquette and of 6 to 8 inches in width. Testing was carried out by walking, individually, groups of ten weevils once from bottom to top across the band. The specimens were then held in the laboratory with fan or chupon cuttings for food to observe the ensuing rate of mortality. Results were initially spectacular. When the bands were one week old, all test specimens were dead within 2¾ hours of crossing the band. Summarised results from three month testing are given in the following table.

The 2:1 band was of a weaker texture than the others and at six weeks was channelled and reduced in effect by runoff of rainfall. The others lasted well up to two and a half months and were rubbed at approximately three months. The 1:2 showed a very definite rejuvenation while the response was not so marked in the 1:4 and 1:6 bands.

There was no observed phytotoxic effect due to the banding of the cacao trees.



Table 1

Showing the number of hours to reach 100% mortality of test specimens (10)  
after walking the band once

Age of band in weeks	Ratio—Dipterex/Ostico—of bands			
	1:2	1:4	1:6	2:1
1	2	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	2
4	2	6	7	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
8	3	12	60 approx.	7 d in 7 days
12	60 approx.	<sup>2</sup> 10 d in 6 days	<sup>2</sup> 9 d in 7 days	—
13	<sup>2</sup> 4	—	—	—

<sup>2</sup> To rejuvenate, the band was rubbed.

The prolonged residual effect of the bands is put down to the fact that Dipterex active ingredient is stable in neutral or slightly acidic media at room temperature. The pH of Ostico is approximately 5 units. It is anticipated that the effectiveness of the bands will last into the fourth month. The Ostico alone, causes no mortality but at three to four months, still creates sufficient of a mechanical barrier to cause most adults to use their protective reflex action and tumble backwards off the tree. A field experiment will shortly be commenced, in infested plantings, consisting of a treatment of three applications at four monthly intervals with the purpose of eradicating *P proximus*. A mixture of 1:6 will be used at the rate of 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> to 3 oz. per tree depending on the age, up to three years and over. The latter two bandings should be more effective than the first as they will be applied to saturated surfaces and should persist longer.

Experiments at Bubia have indicated that Dipterex/Ostico bands are more effective than conventional economic applications of other insecticides in the control of several Territory pests. The long-horned treehoppers known as "*Sexava*" species are particularly susceptible. Adult test specimens, the tarsi of which were drawn once lightly across a 1:2 band which was 28 days old, were all dead within one and a quarter hours. The garden weevil *Oribius cruciatus* Fst after crossing the same band once, were all dead in two hours. Related species *O destructor* Mshl and *O inimicus* Mshl (3) are serious coffee defoliating insects in the Highlands of New Guinea and may well prove susceptible to this method of control.

#### REFERENCES

- (1) TAPLEY R. G.: Insecticidal Lacquers and White Coffee Borer control. East African Agric. Jnl. Vol. XX No. 3, Jan. 1955. — (2) CUMBER Dr. R. A.: Experiments to test the possible control of the Rhinoceros Beetle (*Oryctes Rhinoceros* L.) with Insecticides and the testing of possible attractant Chemicals in Western Samoa. South Pacific Commission Tech. Information. Circular No. 16, March, 1956. — (3) MARSHALL SIR GUY A. K.: Two weevil pests of coffee in New Guinea. Papua and New Guinea Agricultural Journal, Vol. 12, No. 1, June, 1959.

# SOME PECULARITIES OF THE FORMATION OF THE WHEAT AGROBIOCOENOSIS FAUNA UNDER CULTIVATION OF VIRGIN STEPPE

G. YA. BEY-BIENKO

Zoological Institute, Leningrad, and the Leningrad Agricultural Institute.

Over thousand years mankind changes nature using and adapting it to practical needs. Continuously and with a growing speed goes on the process of substitution of primary landscapes and their biocoenoses by secondary ones, i. e. agricultural and urban landscapes and biocoenoses. In the Soviet Union this process is going on rather intensively; during the last years it has particularly increased with the regard to cultivation of vast territories of virgin steppes.

The most widespread secondary biocoenoses are agrobiocoenoses, i. e. the crops of agricultural plants, orchards and vineyards, but their biocoenotic study has not been brought about sufficiently. Very often we know well the fauna and biology of pests of many cultural plants, but we know very little how these pests live together and what are their interrelations with other organisms. More than 20 years ago a striking fact merited mention that even the wheat crops serving as food for thousand of millions of people were not studied as agrobiocoenoses (Bey-Bienko, 1939). Since that time the study of agrobiocoenoses has attracted more and more attention, however in the whole but little is done.

The study of wheat crops as an agrobiocoenosis was made in 1935—36; at the same time the initial biocoenosis, virgin steppe with *Stipa Lessingiana* and *Festuca sulcata* as dominant plants, was studied. The treatment of the results of investigations was delayed for a number of reasons, and only a part of the data was published (see below). Investigations were carried out in the Orenburg steppes near Orsk and in adjacent Kazakhstan. Methods: regular, in every 15—18 days, registration of the terrestrial fauna of insects and other invertebrates in spring and summer on wheat field and in a neighbouring virgin steppe; during each registration the collection of all the inhabitants per 6 sq. m. (60 plots, each 0.1 sq. m.) was carried out which equals for each area about 360—420 sq. m. per season; a part of a virgin steppe was ploughed in autumn and sown with wheat in spring. The following results were obtained:

1. In virgin steppe 330 species (including 312 insects) were found, among them dominant and constant ones are represented by 41 species. The following 12 species are dominants: *Sminthurus viridis* and *Entomobria quinquelineata* (Collembola), *Ectobius duskei* (Blattoptera), *Euchorthippus pulvinatus* (Orthoptera), *Caecilius gynapterus* (Psocoptera), *Bolothrips cingulatus* (Thysanoptera), *Metropis latifrons* (Cicadina), *Lasiacantha capucina* (Hemiptera), *Leptothorax nassonovi*, *Tetramorium caespitum*, *Lasius alienus* and *Myrmica deplanata* (Formicoidea); all these species do not sharply differ in abundance (the number of individuals per 1 sq. m.) from constant and other species. Among the constant species the most typical are the following: *Vallonia pulchella* (Mollusca), *Cylisticus orientalis* (Isopoda), *Caeculus dubius* (Acarina), *Haplothrips acanthoscelis*, *H. tritici* and *Cephalothrips monillicornis* (Thysanoptera), *Graphocraeus ventralis* and *Hysteropterum montanum* (Cicadina), *Macrotylus attenuatus*, *Miri ferrugatus*, *Geocoris dispar* and *Chromosoma schillingi* (Hemiptera), *Opatrum sabulosum*, *Eusomus acuminatus* and *Phyllotreta vittula* (Coleoptera), *Formica rufibarbis* and *Cataglyphis cursor aenescens* (Formicoidea), *Anthrocera purpuralis* and *Hadena sordida* (Lepidoptera).

2. The composition of the wheat field fauna is very characteristic and constant and sharply differs from the virgin steppe one by a series of biocenotic indices: a considerably smaller number of species (142 species, including 135 insects); more than a twofold reduction in the number of dominant and constant species (19 species),

among which the dominant ones are only *Haplothrips tritici* (Thysanoptera), *Brachycolus noxius* (Aphidoidea), *Adonia variegata* (Coleoptera), the main constant species are: *Haplothrips acanthoscelis*, *Chirothrips manicatus* and *Aelothrips fasciatus* (Thysanoptera), *Aelia sibirica* and *Trigonotylus ruficornis* (Hemiptera), *Phyllotreta vittula* and *Chaetocnema aridula* (Coleoptera), *Tetramorium caespitum*, *Cataglyphis cursor aenes-cens*, *Lasius allienus* and *Formica rufibarbis* (Formicoidea), *Hadena sordida* (Lepi-doptera).

3. As a whole the differences between virgin steppe and wheat field are shown in the table:

Biocoenotic indices	Virgin steppe	Wheat field
1. The number of the invertebrate species .....	330	142
2. Mean abundance (per 1 sq.m.) .....	199.0	351.0
3. The number of dominant and constant species .....	41	19
4. Their total abundance per 1 sq.m.		
a) absolute (the number of individuals) .....	112.2	331.6
b) relative (in % to all population) .....	54.4	94.2

Therefore, the fauna of wheat field differs from that of virgin steppe in: a — con-siderably poorer specific composition (2.32 times); b — considerably greater density of population (1.76 times) per 1 sq. m.; c — twofold reduced number of dominant and constant species, and density increased 3 times; d — sharply increased bio-coenotic role of these species, representing on wheat field almost all 94.2% of its population.

4. These peculiarities of wheat field fauna established by means of stationary investigations near Orsk were tested and prooved by itinerary investigations in the steppes of adjacent Kazakhstan (Bey-Bienko, 1939).

5. Biocoenotic role of different species sharply varies in wheat field as compared to virgin steppe, what is particularly noticeable when comparing abundance of these species (see the table). A part of virgin species disappears completely on a wheat field

Species	Abundance per 1 sq.m.		Abundance variation — (1:2) or + (2:1)
	1 virgin steppe	2 wheat field	
1. <i>Vallonia pulchella</i> .....	1.62	0	—
2. <i>Cylisticus orientalis</i> .....	1.24	0	—
3. <i>Caeculus dubius</i> .....	2.23	0.06	— 37.2
4. <i>Sminthurus viridis</i> .....	7.64	0.19	— 40.2
5. <i>Ectobius duskei</i> .....	2.85	0.03	— 94.3
6. <i>Graphocraeus ventralis</i> .....	1.93	0.06	— 32.2
7. <i>Leptothorax nassonovi</i> .....	16.48	0.03	—550.0
8. <i>Deltocephalus collinus</i> .....	0.02	0.47	+ 23.5
9. <i>Haplothrips tritici</i> .....	1.07	300.40	+280.8
10. <i>Phyllotreta vittula</i> .....	0.05	1.03	+ 20 6
11. <i>Chaetocnema aridula</i> .....	0.09	0.44	+ 4.5
12. <i>Cataglyphis cursor aenes-cens</i> .....	0.12	1.69	+ 14.1
13. <i>Hadena sordida</i> .....	0.09	2.25	+ 25.0

(NN 1, 2), other species greatly reduce in numbers and lose their previous role (NN 3—7), the third ones sharply increase in number (NN 8—13); the majority of the species of the third group are graminivorous oligophages and become essential wheat pests.

6. Experimental ploughing of virgin steppe and sowing of wheat was followed with a study on the formation of wheat agrobiocoenosis and enabled to establish the following: a — almost all the dominant and constant virgin species either disappear completely or remain in an insignificant number at the period of wheat shooting; b — the main characteristic features of the wheat field fauna are formed during a very short time (45—60 days) by means of migration from neighbouring biotopes and the following reproduction or development on a wheat field; c — the completion of the fauna formation, i. e. the appearance of dominant and constant species, takes place by the beginning of wheat ripening; d — all the dominant and constant species are characterised by an unusually sharp increase in abundance as compared to a virgin steppe, as it is noticed in the previous point (species NN 8—13); e — this group of species consists, in general, of graminivorous oligophages or entomophages (*Aelothrips fasciatus*, *Adonia variegata*) linked with them.

7. Conclusion. Cultivation of virgin lands and creation of agrobiocoenoses radically change biocoenoses which have been formed for ages, and lead to complete changes of living conditions of local insects and other animals, thus causing irrevocable extinction of the majority of species and an increase in the abundance of others. The animal population of agrobiocoenosis is characterised by a sharp differentiation into predominant and non — predominant species, whereas coenotic regime of virgin steppe is more perfect and its inhabitants possess more equal rights. Agrobiocoenosis is a fragment of primary coenoses and at the same time quite a new biocoenosis qualitatively, in which there are created particularly favourable conditions for the flourishing of a few of virgin steppe species, among which an essential role belongs to plant pests; hence, the fauna of pests is created by man himself.

Some results of these investigations were published: 1938 (together with T. G. Grigorieva and I. A. Chetyrkina), Results of the work of All-Union Inst. Plant protect., Leningrad: 53—60; 1939, Bull. Agricult. Inst. Leningrad, 3: 123—134; 1957, III Confer. All-Union Ent. Soc., Theses, 1 : 76—79.

## DER EINFLUSS DER WIRTSPFLANZE AUF DAS VERMEHRUNGSPOTENTIAL DES WEISSEN BÄRENSPINNERS (*Hyphantria cunea* Drury)

HELENE BÖHM

*Hyphantria cunea* zählt zu den jüngsten europäischen Schädlingen. In Österreich wurde er erstmals im Jahre 1951 beobachtet, wo er seit dieser Zeit vor allem im südöstlichen Teil des nördlichen Burgenlandes, im sogenannten Seewinkel, in mehr oder weniger starkem Maße auftritt. Hier fand der Schädling im Verlaufe seines nun fast zehnjährigen Auftretens die besten Entwicklungsbedingungen innerhalb der österreichischen Befallsgebiete. Neben den günstigen klimatischen Verhältnissen dieses pannonischen Gebietes ist aber auch die Spezifität der Nahrung von einem wesentlichen Einfluß auf die Populationsentwicklung dieses Schädling. In Österreich wurden bisher 102 Fraßpflanzen von *Hyphantria cunea* festgestellt, die jedoch von den Schmetterlingen nicht in gleicher Weise zur Eiablage benützt und von den Raupen nicht



gleich stark befallen werden. Sie gliedern sich in drei Wirtspflanzengruppen: Primäre Futterpflanzen, an welchen sich der Schädling unbeschränkt entwickelt; bisher 16 in Österreich festgestellt. Dazu zählen *Morus alba*, *Morus nigra*, *Acer negundo* und auch verschiedene Obstgehölze, wie *Pirus malus*, *Pirus comunis*, *Juglans regia*. Aber auch innerhalb der primären Futterpflanzen ist in der Anfälligkeit sowie im Einfluß auf die Populationsentwicklung des Weißen Bärenspinners ein merklicher gradueller Unterschied zu beobachten, wie später noch ausgeführt wird. Zur zweiten Futterpflanzengruppe zählen die sekundären Wirtspflanzen, die von den Schmetterlingen zur Eiablage nicht sehr geschätzt und von den Raupen nicht gerne besiedelt werden. In Wahlversuchen wurden deutlich die primären Fraßpflanzen bevorzugt. An den sekundären Wirten vermag der Schädling nur einige Generationen zu entwickeln. Zu dieser Gruppe zählt die Mehrzahl der Wirtspflanzen. Der dritten Gruppe gehören die tertiären oder fakultativen Wirtspflanzen an, mit welchen sich die Raupen nur gelegentlich ernähren und die vorwiegend von den älteren Larvenstadien benagt werden, sobald die optimalen Wirtspflanzen kahlgefressen sind. Angeregt durch diese Feststellungen wurde nun in mehrjährigen eingehenden Untersuchungen der Einfluß der Wirtspflanze auf die Entwicklungsdauer der Raupen, auf die Puppengröße, die Eizahl der Weibchen, Sterblichkeit der Raupen und den Sexualindex untersucht und über die Ergebnisse dieser Beobachtungen soll hier berichtet werden. Neben Freilanduntersuchungen wurden Reihenversuche im Laboratorium unter möglichst gleichen Temperatur- (20—22° C) und Feuchtigkeitsbedingungen (70—80%) ausgeführt. Aus technischen Gründen konnten aus der Vielzahl der Fraßpflanzen nur einige für diese Beobachtungen herangezogen werden, und zwar die primären Wirtspflanzen *Morus alba*, *Morus nigra*, *Acer negundo*, *Pirus malus*, *Juglans regia* und die beiden, in österreichischen Befallsgebieten häufig besiedelten sekundären Fraßpflanzen, *Salix* sp. und *Corylus avellana*. Fakultative Wirte wurden, da ihnen für die aktive Verbreitung des Schädling und auch für die Befallsstärke keine Bedeutung zukommt, vernachlässigt.

### 1. Untersuchungen über den Einfluß der Wirtspflanze auf die Entwicklungsdauer der Raupen

Schon bei makroskopischer Betrachtung der einzelnen Versuchsreihen ließ es sich immer wieder feststellen, daß die Raupen bei Darreichung von *Morus*- oder *Acer negundo*-Futter wesentlich besser gediehen als jene bei *Juglans regia*, besonders aber bei *Salix* und *Corylus avellana*. Sie übertrafen alsbald an Wachstum die wesentlich schwächeren *Corylus*- und *Salix*raupen. Wie aus der Tabelle 1, die über die Entwicklungsdauer der Raupen in den verschiedenen Wirtspflanzenreihen Aufschluß gibt, hervorgeht, wiesen die mit *Morus* und *Acer negundo* gefütterten Tiere mit 24 bis 26 Tagen die kürzeste Entwicklungszeit auf; bei *Juglans regia*-Fütterung war die Dauer der Entwicklung mit 42 bis 46 Tagen nahezu doppelt so lange; dazwischen liegen die Versuchsreihen mit *Pirus malus*-Nahrung mit einer 33- bis 37tägigen Raupenentwicklungsdauer. Bei *Salix*- und *Corylus*-Fütterung benötigten die Raupen zu ihrer Entwicklung noch wesentlich länger, und zwar waren es bei Weide 48 bis 60 Tage, bei Haselnuß sogar 50 bis 65 Tage. Besonders entscheidend erwies sich die primäre Wirtspflanze in den beiden letzten Larvenstadien, wo sich die Art der Fraßpflanze in der Puppengröße und vor allem in der höheren Eizahl bemerkbar macht. In diesem Zusammenhang erscheint mir auch die Angabe der Untersuchungen über den Futterwechsel erwähnenswert. In diesen Versuchsreihen konnte festgestellt werden, daß ein Dauerfutter, darunter wäre die Fütterung der Raupen mit ein und derselben Wirtspflanze zu verstehen, grundsätzlich einen günstigeren Einfluß auf die Entwicklung der Raupen ausübt, als Wechselfutter; dies ging so weit, daß im Vergleich selbst der Wechsel von einer sekundären Fraßpflanze zu einer primären sich zunächst schädigend auf die Raupenentwicklung auswirkte. Je schlechter die Futterpflanze aber in ihrem Nährwert wird, dies gilt für die sekundären, besonders aber für die tertiären Wirte, umso weniger macht sich ihr Vorteil als Dauerfutter bemerkbar. Ebenso sei hier angeführt, daß die Qualität ein und derselben Wirtspflanze von ausschlaggebender Bedeutung auf die Entwicklung der Tiere ist. So war die Entwicklungsdauer bei Verabreichung harter, älterer Blätter von *Morus alba* wesentlich verzögert gegenüber einer Fütterung mit jungen Blättern und Trieben.

Tabelle 1

*Einfluss verschiedener Wirtspflanzen auf die Raupenentwicklung,  
Raupensterblichkeit und Puppengröße von  
HYPHANTRIA CUNEA Drury.*

Frasspflanze	Entwicklungsdauer der Raupen in Tagen	Sterblichkeit in %				Puppenlänge im Durchschnitt
		1953	1954	1955	1956	
<i>Morus alba</i> <i>Morus nigra</i>	24-26	0	2	1	0	12 mm
<i>Acer negundo</i>	25-26	0	1	0	2	12.2 mm
<i>Pirus malus</i>	33-37	15	10	18	12	10 mm
<i>Juglans regia</i>	42-46	48	50	40	47	8.8 mm
<i>Salix</i> sp.	48-60	75	85	82	78	7.6 mm
<i>Corylus avellana</i>	50-65	90	75	85	90	7 mm

## 2. Untersuchungen über den Einfluß der Wirtspflanze auf die Mortalität der Raupen

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde die Höhe der Sterblichkeit der Raupen bei den einzelnen Versuchspflanzen bestimmt. Aus Tabelle 1 ist zu entnehmen, daß die Nahrung auf die Mortalität bei *Hyphantria* Raupen einen wesentlichen Einfluß ausübt und daß diese bei den einzelnen Wirtspflanzen unterschiedlich hoch ist. Während sie bei den beiden Hauptwirten, *Morus* sp., *Acer negundo*, kaum ins Gewicht fällt und nur 0% bis 2% in den Versuchsjahren betrug, steigt sie bei *Pirus malus* bereits auf 18% an und erreicht bei der ebenfalls noch zu den Primärwirten zählenden *Juglans regia* bereits 50%. Die höchste Sterblichkeit war in den Versuchsjahren bei sekundären Fraßpflanzen zu beobachten, wo sie z. B. bei *Salix* auf 85%, bei *Corylus* sogar auf 90% anstieg. In allen Versuchsserien waren es zum Großteil die jungen Larvenstadien L<sub>1</sub> bis L<sub>3</sub>, die die höchsten Mortalitätsziffern zeigten.

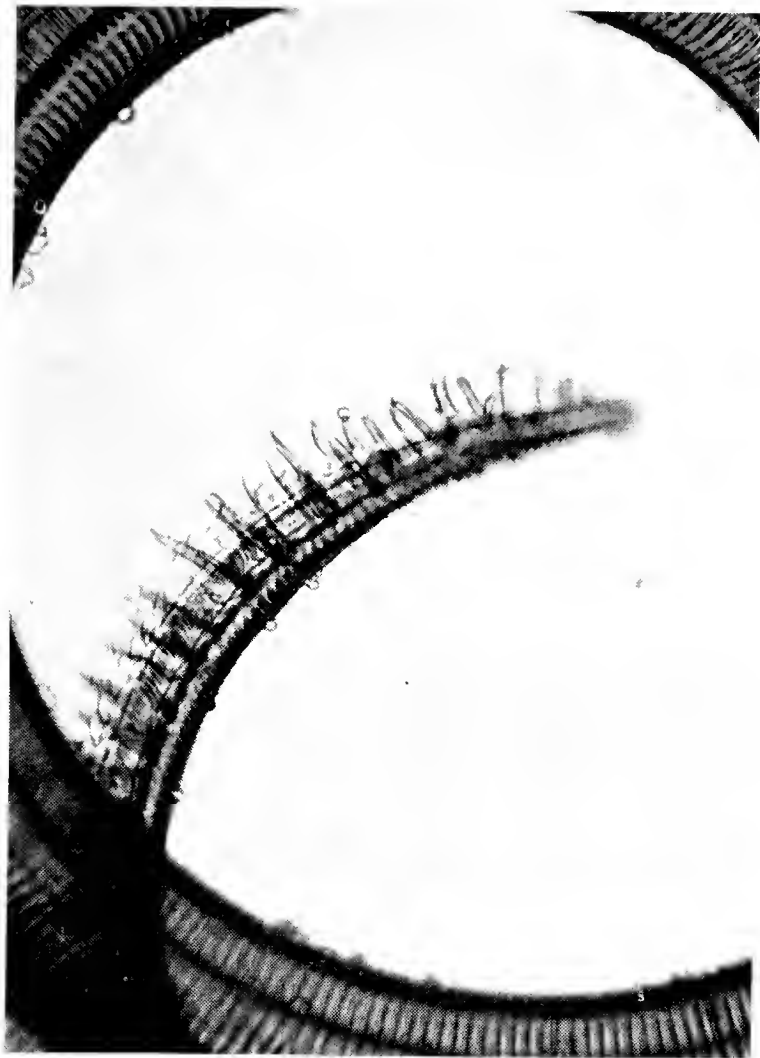
## 3. Untersuchungen über den Einfluß der Wirtspflanze auf die Nachkommenschaft

In sämtlichen Versuchsreihen war festzustellen, daß für die Puppengröße die gute und ausreichende Fütterung der Raupen in den beiden letzten Larvenstadien, wo auch die Freßlust am größten ist, ausschlaggebend ist und es im Freiland dann zu Kahlfraß in den Befallsgebieten kommen kann. Schon bei einem nur zeitweisen Hungern in diesen Entwicklungsstadien wurden die Puppengrößen wesentlich verringert, es kam zu Notverpuppungen, und die Eizahl jedes sich zum Falter entwickelnden Weibchens war deutlich herabgemindert. Auf Freilandverhältnisse umgelegt besagen diese Beobachtungen, daß sobald die Raupen nach dem Kahlfraß der optimalen Futterpflanzen gezwungen sind auf sekundäre oder aber auf fakultative Wirtspflanzen abzuwandern, die Puppengröße und besonders die Eizahl, damit die Nachkommenschaft überhaupt, eine starke Reduktion erfährt. Zur Ermittlung der in Tabelle 1 angeführten Puppenlängen wurden die Puppen in den einzelnen Versuchsreihen am Tage der Verpuppung gemessen; die Eizahlen in Tabelle 2 wurden



W. BÜTTIKER:

Biological and Morphological Notes on the  
Fruit-piercing and Eye-frequenting Moths



→  
Fig. 1. Tip of proboscis, *Ophiusa (Achea) Lienardi* Boisd., ♀ — This species is a fruit-piercing moth. Note the sawlike armature on proboscis.



←  
Fig. 2 *Serrodes (Ophideres) partita* Fabr.; tip of proboscis  
This species is a fruit-piercing moth recorded from Southern Africa. Note the cutting edges on proboscis.

←  
Fig. 3. Tip of proboscis, *Euxoa (Agrotis) seget* ♀ — This species is a flower-frequenting moth. There are indications only of a sawlike armature.

TABLE II

SEKTION VII

W. BÜTTIKER:  
Biological and Morphological  
Notes on the Fruit-piercing  
and Eye-frequenting Moths

Fig. 4. Tip of proboscis, *Ar-  
cyophora sylvatica* Bütt., ♀ —  
This species is an eye-fre-  
quenting noctuid recorded  
from Cambodia. Note the  
sawlike armature on pro-  
boscis. →

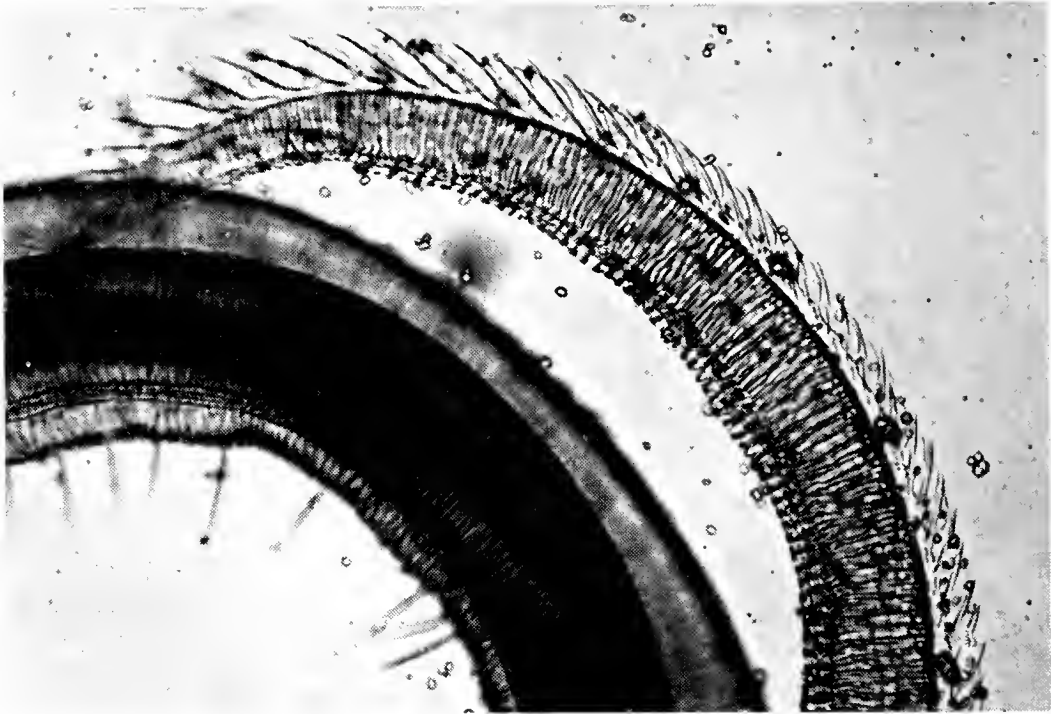


Fig. 5. Tip of proboscis, *Ar-  
cyophora longivalvis* Guen., ♀ —  
This species is an eye-fre-  
quenting noctuid recorded  
from Southern Africa. Note  
the sawlike armature on pro-  
bosics. →

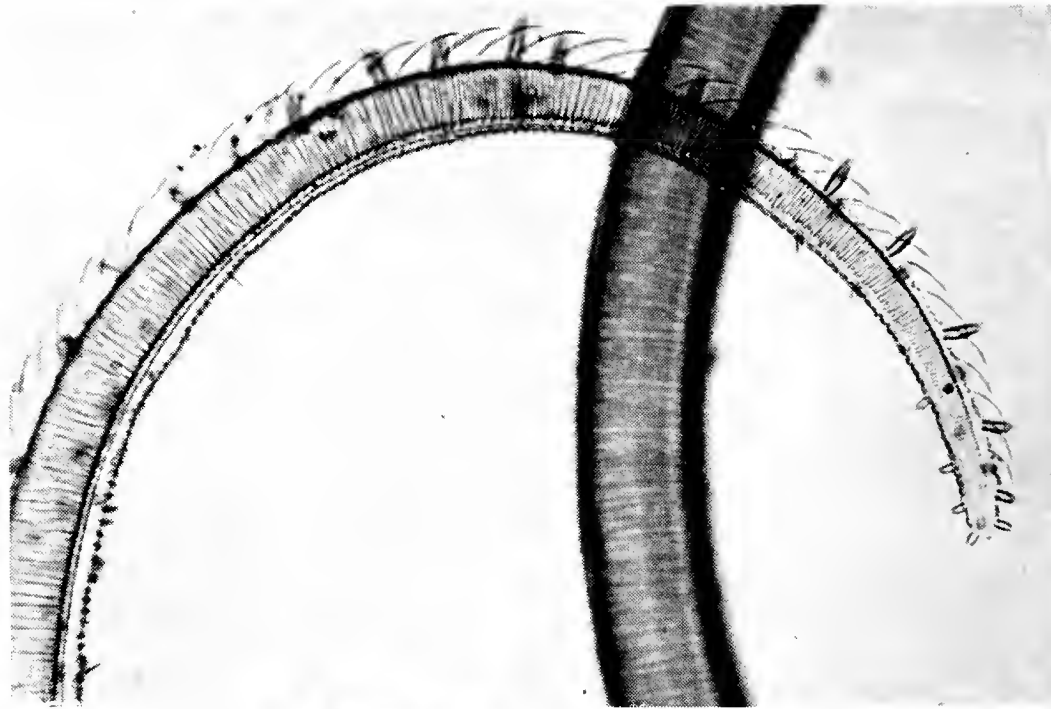


Fig. 6. Tip of proboscis, *Lobo-  
craspis griseifusa* Hmps., ♀ —  
This species is an eye-fre-  
quenting noctuid recorded from  
Cambodia. Note the sawlike  
armature on proboscis. ←

Fig. 7. Tip of proboscis, *Calpe  
minuticornis* Guen., ♀ — This  
species is an eye-frequenting  
and fruit piercing moth. Note  
the sawlike armature on pro-  
boscis. ←

Tabelle 2  
Eierzeugung der Weibchen  
(bei verschiedenen Wirtspflanzen)

Frass- pflanze	<i>Morus</i> sp.	<i>Acer</i> <i>negundo</i>	<i>Pirus</i> <i>malus</i>	<i>Juglans</i> <i>regia</i>	<i>Salix</i> sp.	<i>Corylus</i> <i>avellana</i>
Durchschnitt	800	790	560	390	140	80
Maximum	1365	1290	890	440	190	90
Minimum	600	780	320	120	92	10

durch Zählung der abgelegten Eier und der nach dem Absterben der Weibchen im Ovarium verbliebenen Eier bestimmt. Tabelle 1 zeigt deutlich die unterschiedlichen Puppengrößen in den einzelnen Wirtspflanzenreihen; es besteht eine deutliche Signifikanz zwischen *Morus*- und *Acer negundo*-Reihen einerseits, *Corylus*- und *Salix*-Serien andererseits. Gleichlaufend mit der Puppengröße änderte sich auch die Größe der Falter und die Höhe der Eizahlen in den einzelnen Versuchsreihen, wie dies aus der Tabelle 2 deutlich hervorgeht. Hier sind neben den Durchschnittswerten auch die Höchst- und Mindesteizahlen innerhalb der einzelnen Fraßpflanzenreihen angegeben. Weibchen, die aus *Morus*- und *Acer negundo*-gefütterten Raupen hervorgegangen sind, brachten die größten Gelege mit der Höchstzahl an Einzeleiern; geringer, aber immer noch zahlreich an Eiern waren die Gelege von *Pirus malus*-Weibchen, was auch gleichfalls für die Obstarten *Pirus comunis* und *Prunus avium* Geltung hat. Hingegen fielen die Eizahlen und auch die Gelege in den *Juglans*reihen, vor allem bei *Corylus*- und *Salix*-Fütterung sprunghaft ab. Bei Verfütterung der drei letztgenannten Wirtspflanzen gab es auch sterile Weibchen und nicht selten taube, unbefruchtete Eier.

4. Untersuchungen über den Einfluß der Wirtspflanze auf den Sexualindex

In den bisherigen diesbezüglichen Untersuchungen ließ sich keine sichere Einwirkung der Wirtspflanze auf den Sexualindex feststellen.

Auf Grund der angeführten Untersuchungen kann folgendes ausgesagt werden: Als Hauptwirte oder optimale Wirtspflanzen für *Hyphantria cunea* sind *Morus alba*, *Morus nigra*, *Acer negundo* anzusehen, dies gilt nicht nur für die österreichischen Befallsgebiete, sondern, wie aus der Literatur zu entnehmen ist, auch für andere europäische Befallsländer. Die Raupenentwicklung nimmt bei diesen Wirtspflanzen einen vergleichsweise kurzen Zeitraum in Anspruch, die Sterblichkeitsquote ist minimal, kaum nennenswert, die bei einer solchen Fütterung hervorgegangenen Weibchen produzieren die Höchstzahl an Eiern und Nachkommenschaft. *Morus*- und *Acer negundo*-Bäume wurden auch in Jahren mit einem geringen Auftreten des Schädling, wie dies 1955—1957 in Österreich der Fall war, besiedelt, und zwar dann nur diese. Auch

*Pirus malus*, *Pirus comunis* können als gute Futterpflanzen von *Hyphantria cunea* angesprochen werden, obwohl die Zeit der Raupenentwicklung verlängert, die Eizahlen etwas vermindert, aber immerhin noch hoch sind; die Sterblichkeitsquote ist jedoch merklich erhöht, wodurch die Populationsentwicklung bei diesen Fraßpflanzen in einem gewissen Grade beeinträchtigt wird. Nach meinen mehrjährigen Untersuchungen zählt auch *Juglans regia* noch zu den primären Wirtspflanzen, da sie *Hyphantria cunea* eine unbeschränkte Entwicklung gestattet und die Generationenzahl nicht, wie bei sekundären Wirtspflanzen, begrenzt wird; jedoch ist sie für diesen Schädling eine weniger günstige Futterpflanze, da die Entwicklungszeiten der Raupen wesentlich verlängert sind, die Eizahlen sehr vermindert und die Sterblichkeit sehr erhöht ist, wodurch die Populationen beachtlich geschwächt werden. Vor allem gilt dies für die sekundären Wirte; die aus solchen Gelegen stammende Nachkommenschaft ist gegenüber jener von optimalen Wirtspflanzen sehr geschwächt und gegen ungünstige Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse, wie diesbezügliche Untersuchungen ergeben haben, wenig widerstandsfähig. Es kommt in der Regel nur zu geringen Eiablagen, die Zahl der Einzeleier bleibt gering, die Entwicklungszeiten sind wesentlich verlängert, die Mortalität sehr hoch. Die Untersuchungen haben erkennen lassen, daß für die Vermehrung und Verbreitung von *Hyphantria cunea* vor allem die beiden primären Wirte *Morus sp.* und *Acer negundo* innerhalb großer Biotope von ausschlaggebender Bedeutung sind; auch die anderen primären Fraßpflanzen bieten dem Schädling noch gute Entwicklungsbedingungen, doch wird hier schon ein wesentlich längerer Zeitraum beansprucht. Stehen *Hyphantria cunea* nur sekundäre Wirtspflanzen zur Verfügung, so ist die Befallsstärke und auch die Ausbreitung im Hinblick auf die langen Entwicklungszeiten und die stark reduzierte Individuenzahl sehr gering und außerdem auch die Generationenzahl beschränkt. Den fakultativen Futterpflanzen kommt für die aktive Ausbreitung des Schädlings kaum jemals Bedeutung zu.

## BIOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL NOTES ON THE FRUIT-PIERCING AND EYE-FREQUENTING MOTHS

Dr. W. BÜTTIKER

(See table I and II.)

Fruit-piercing habits of noctuids were recorded the first time some 80 years ago. Mention was made already in 1882 by Breitenbach (lit. cit.) on the morphological and economic aspects of *Ophideres sp.*, *Egybolis Vaillantina* Stoll. and *Achea Chameleon*. More evidence on the feeding habits and the biology of this interesting lepidopterous family was given by a number of entomologists as mentioned in table No. 1; these records refer to Africa, Asia, Australia and Florida. Several authors allude to the fact that the tips of the proboscis are specially modified for piercing the rind of unripe and ripe fruits (Breitenbach [1882], Brain [1929], Quayle [1938], Golding [1945], Kalshoven [1951] and Ebeling [1959]).

So far approximately 100 species have been recorded with fruit-sucking habits belonging to 16 or more genera of noctuids<sup>1</sup> and causing serious damage to a large number of crops. Golding (1945) lists 24 species of fruit-piercing *Lepidoptera* from Nigeria and refers to published records from Sierra Leone and the Gold Coast, where 46 and 88 fruit-sucking noctuids,

<sup>1</sup> Golding (1945) reported a fruit-piercing satyrid e. g. *Melanitis leda ismene* Cram from Nigeria.



respectively, were found to be of considerable economic importance, particularly in citrus plantations.

Field observations on eye-frequenting habits of the noctuid genus *Arcyophora* were summarized by Reid (1954) and referred to Africa only. In a number of countries of that continent moths were found feeding nocturnally on the lachrymal secretions of cattle, horses, mules, donkeys and wounded antelopes. The same author describes in his observations from the Sudan that the probing must irritate the eye considerably as the host blinks frequently and there is a greatly increased lachrymal secretion by the blinking; sometimes the moth is dislodged to get sufficient liquid from one point; in these cases it then moves rapidly round the eye to another vantage point and immediately continues its probing. According to the literature available *Arcyophora longivalvis* Guen. and *A. elegantula* Grünb. seem to occur more scantily. Some interesting details are given in Marshall, Jack and Neave's paper (1915) where it was pointed out in particular that many moths had been found sucking fluid, but no blood, from the eyes of a wounded animal.

During a recent assignment in Cambodia entomological night collecting was carried out offering an opportunity to investigate three eye-frequenting species of noctuids (Büttiker 1959 a; 1959 b). Previous to that date no records on such habits were available from Asia. In the course of these observations it was revealed that *Lobocraspis griseifusa* Hmps. was one of the eye-frequenting moths, feeding blood on water buffaloes, at least occasionally, as demonstrated by stomach smears and precipitin tests. These investigations provided the first records on blood-feeding habits of *Lepidoptera*. A detailed account was given in the paper by Büttiker (1959 b).

*Arcyophora sylvatica* Bütt. was the second most frequent species whereas *Calpe minuticornis* Guen. was found in a single specimen only and was not referred to in the previous papers by the same author. *Calpe minuticornis* is so far the only species which has been recorded on mammals and on fruits exhibiting both eye-frequenting and fruit-piercing habits. Up to date seven species of noctuids and one species of geometrid moth were showing this peculiar behaviour. The author is inclined to believe that some other species of noctuids may be detected to exhibit similar eye-frequenting or even bloodsucking habits.

### Morphological characteristics of the probosces

When not in use the probosces are coiled up under the head like small watch springs, but when they are extended they are about 2.5 cm long. They have sharp tips and serrate cutting edges along the sides enabling the piercing moth to bore holes even into hard unripe fruits. These specially modified mouth parts are capable of producing not only punctures but distinct holes in the rind. The fruits may then drop of fungus infection.

A special study was carried out to elucidate whether morphological differences exist between fruit-piercing noctuids [e. g. *Ophiusa* (*Achea*) *Lienardi* Boisd. and *Serrodus* (*Ophideres*) *partita* Fabr.] and flower-frequenting moths (e. g. *Euxoa segetum* Schiff.). From this investigation it is evident that all the investigated species of the former group possess a well developed serrate cutting armature whereas *Euxoa segetum* is provided with indications of such cutting edges only (Fig. 1—3).

A similar study on eye-frequenting moths revealed that *Arcyophora sylvatica*, *A. longivalvis* and *Lobocraspis griseifusa* possess very distinct saw-like armatures (Fig. 4—6). It is assumed that these mouth parts enable the moth to insert the probosces into live or at least into purulent tissue of the host animal.

*Calpe minuticornis* being a species with fruit-piercing and eye-frequenting habits, was included in the investigations, and the microscopic mounts proved that also this noctuid is provided with very distinct saw-like cutting edges on its probosces (Fig. 7).

### Eye-frequenting moths as possible vectors of animal diseases

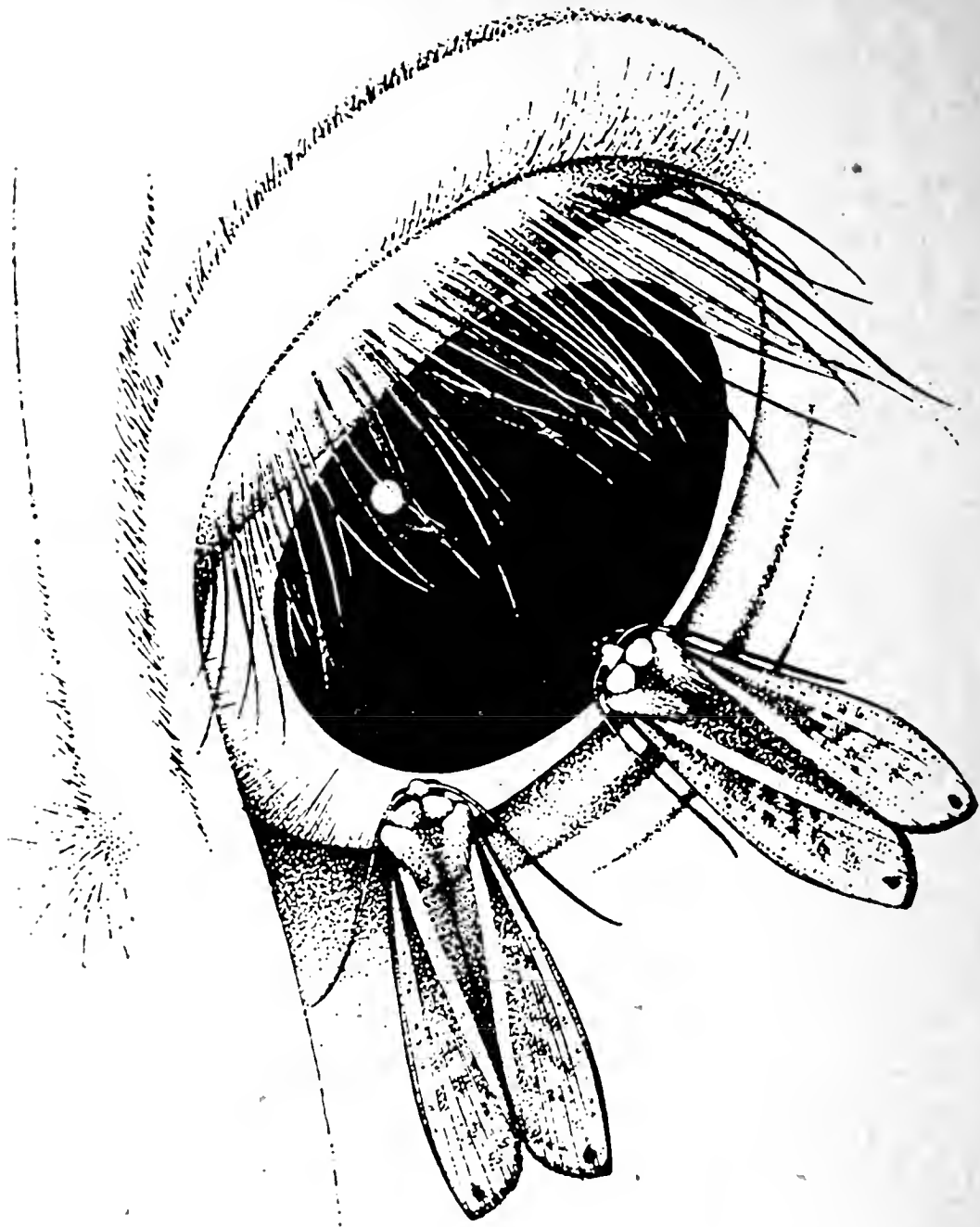
Reid (1954) summarized the observations made on eye-frequenting moths and states that the adults of several *Arcyophora* species so far recorded live entirely on the secretions of mammals. Owing to their feeding habit they can be regarded as being

The Most Important Fruit-Piercing and Eye-Frequenting *Lepidoptera*

Genus	Synonym	Species	Mainly Recorded on	Feeding Records from	References
Fruit-piercing moths ( <i>Noctuidae</i> ) (List not complete; for further references see Golding (1945))					
<i>Ophiusa</i> .....	( <i>Achea</i> )	<i>Lienardi</i> Boisd.	<i>Citrus</i> , peaches, plums, grapes, apples	Southern Africa, Nigeria	Brain (1929), Quayle (1938), Evans (1952)
<i>Ophiusa</i> .....	( <i>Achea</i> )	<i>catella</i> Guen.	<i>Citrus</i> etc.	Southern Africa	Quayle (1938), Brain (1929), Evans (1952)
<i>Serrodes</i> .....		<i>inara</i> Cram.	Pears, peaches, plums, grapes, apples, tomatoes, guavas, etc.	Southern Africa	Nel and Hattingh (1944)
<i>Serrodes</i> .....		<i>partita</i> Fabr.	<i>Citrus</i> etc.	Southern Africa, South Africa, S. E. Asia, Australia	Brain (1929), Quayle (1938) Kalshoven (1951)
<i>Serrodes</i> .....		<i>campana</i> Guen.	Misc. fruits		
<i>Ophideres</i> .....	( <i>Othreis</i> )	<i>fullonica</i> L.	Orange, mango, banana	China, Philippines, Malaya, India, Queensland, Indonesia, S. Asia	Breitenbach (1882), Quayle (1938), Kalshoven (1951)
<i>Ophideres</i> .....	( <i>Othreis</i> )	<i>materna</i> L.	Oranges	India, Queensland, S. Africa, S. Rhodesia	Brain (1929), Quayle (1938)
<i>Ophideres</i> .....	( <i>Othreis</i> )	<i>tyrannus</i> Guen.	<i>Citrus</i>	Japan	Quayle (1938)
<i>Ophideres</i> .....	( <i>Maenas</i> )	<i>salaminitia</i> Fabr.	Orange	Queensland	Quayle (1938), Kalshoven (1951)
<i>Gonodonta</i> .....		<i>nutrix</i> Cram.	<i>Citrus</i>	Florida, Cuba	King and Thompson (1958)
<i>Papia</i> .....		<i>capensis</i> (author?)	Tomatoes, plums, grapes, guavas	Southern Africa	Nel and Hattingh (1944)
<i>Anua</i> .....		<i>tirhaca</i> Cram.	<i>Citrus</i>	Southern Africa, S. Rhodesia	Brain (1929), Quayle (1938), Evans (1952)
<i>Sphingomorpha</i> .....		<i>chlorea</i> Cram.	<i>Citrus</i>	Southern Africa	Brain (1929)
<i>Parallelia</i> .....		<i>palumba</i> Guen.	<i>Citrus</i>	Malaya	Quayle (1938)
<i>Triacola</i> .....		<i>plagiata</i> Wlk.	<i>Citrus</i>	China, Malaya	Quayle (1938)
<i>Egybolis</i> .....		<i>Vaillantina</i> Stoll	Misc. fruits, perhaps secondary	Southern Africa	Breitenbach (1882), Brain (1929)
<i>Anomis</i> .....		spec.	<i>Citrus</i>	?	Ebeling (1959)
<i>Heliphisma</i> .....		spec.	<i>Citrus</i>	?	Ebeling (1959)



<i>Ercheia</i> .....	spec.	<i>Citrus</i>	India	Ebeling (1959)
<i>Ercheia</i> .....	<i>cyllaria</i> Cram.	<i>Citrus</i>	India, Ceylon, Burma	Ebeling (1959)
<i>Calpe</i> .....	<i>capucina</i> Esq.	<i>Citrus</i>	Japan	Quayle (1938)
<i>Calpe</i> .....	<i>emarginata</i> Fabr.	<i>Citrus</i>	?	Ebeling (1959)
<i>Calpe</i> .....	<i>ophideroides</i> Guen.	<i>Citrus</i>	India	Quayle (1938)
<i>Calpe</i> .....	<i>provocans</i> Wlk.	<i>Citrus</i>	?	Ebeling (1959)
<i>Calpe</i> .....	<i>excavata</i> Butl.	<i>Citrus</i>	Japan	Quayle (1938)
Fruit-piercing moths ( <i>Satyridae</i> )				
<i>Melanitis</i> .....	<i>leda ismene</i> Cram.	<i>Citrus</i>	Nigeria	Golding (1945)
Fruit-piercing and eye-frequenting moths ( <i>Noctuidae</i> )				
<i>Calpe</i> .....	<i>minuticornis</i> Guen.	Misc. fruit species; eyes water buffaloes	Cambodia (India, Ceylon, Java)	Kalshoven (1951) on fruits; Büttiker (this report) on eyes of water buffaloes
Eye-frequenting moths ( <i>Noctuidae</i> )				
<i>Arcyophora</i> .....	( <i>Setoctena</i> ) <i>patricula</i> Hmps.	Horse, cattle, donkeys, sheep	S. and S.E. Arabia, A.E. Sudan, Abyssinia to Transvaal, Congo, Nige- ria, Gold Coast	Reid (1954), Fletcher (1954), Du Toit (1958)
<i>Arcyophora</i> .....	<i>longivalvis</i> Guen.	Mules, cattle, sheep, donkeys	Southern Africa; Tanganyika	Reid (1954), Fletcher (1954), Du Toit (1958)
<i>Arcyophora</i> .....	<i>sylvatica</i> Bütt.	Water buffaloes	Cambodia	Büttiker (1959 a+b)
<i>Arcyophora</i> .....	<i>elegantula</i> Grünb.	Bullock (dead)	Nyasaland	Reid (1954), Fletcher (1954)
<i>Arcyophora</i> .....	<i>zanderi</i> Felder	Cattle, horse, donkeys	Abyssinia, Uganda, Tanganyika, Upper Guinea, Senegal	Reid (1954), Fletcher (1954)
<i>Euflemma</i> .....	<i>adnota</i> Felder	Sheep	Southern Africa	Du Toit (1958)
<i>Lobocraspis</i> .....	<i>griseifusa</i> Hmps.	Water buffaloes	Cambodia, Burma	Büttiker (1959 a+b)
Eye-frequenting moths ( <i>Geometridae</i> )				
<i>Semiothisa</i> .....	<i>inaequilinea</i> (author?)	Sheep	Southern Africa	Du Toit (1958)



potential vectors of some forms of contagious animal virus or bacterial diseases. Observations made in Uganda make it seem probable that in the wild stage these noctuids feed on game. In view of this, the possibility of their being mechanical vectors of those virus diseases which are carried from game to cattle and amongst cattle in the secretions and excretions of infected beasts should be borne in mind. The high intake of fluid from the eye would almost certainly contain viruses and they might possibly be transmitted mechanically or either in the anal exudate or salival regurgitate. In addition, the large number of moths usually clustering around the eyes of the host animals obviously tend to increase the possibility of a successful germ transmission.

Recent work by du Toit (1958) in South Africa seems to confirm this hypothesis in regard to ophthalmia control in sheep. Apparently a considerable reduction of the eye-frequenting moth population is achieved by applying a light spray of Diazinon 1% active ingredient repeated 3 times at 3 weekly intervals, resulting in a practical interruption of the transmission cycle.

It is still an open question whether the eye-frequenting noctuids play a certain role in the transmission of the rinderpest or of foot-and-mouth disease. It is assumed that by far the greatest number of new outbreaks arise as a result of affected live-stock being moved and so coming into contact with healthy animals. Direct contact is

usually necessary to spread the rinderpest, but, in the case of pigs, it has been proved that an outbreak can begin as a result of feeding meat from infected animals.

Based on observations made in Ceylon and India, tabanids and other flies, particularly blood-sucking species, were suspected by several research workers as vectors of rinderpest and foot-and-mouth disease [Crawford (1933), Bhatia (1935)]. According to these authorities it is questionable that the lysozyme contained in lachrymal secretions does affect all germs of the live-stock diseases concerned. It has been proved that some *bacteria*, especially *staphylococci*, are destroyed. However, it is doubtful whether lysozyme has a marked action on viruses, and without experimental proof it seems highly probable that the very purulent ocular discharge of rinderpest may contain quite a concentration of rinderpest virus, at least at certain stages of the disease.

It may be mentioned here that foot-and-mouth disease can be transmitted experimentally by inoculation into the conjunctival sac.

There is no other aim of this present paper than pointing out the need of research on the various points as raised in this summary.

#### REFERENCES

- BAPTIST B. A., 1945. The fruit-piercing moth (*Othreis fullonica* L.). Indian J. Ent., 6, 1—13. — BHATIA H. L., 1935. The role of *Tabanus orientis* Wlk. and *Stomoxys calcitrans* Linn. in the mechanical transmission of rinderpest. Ind. Jour. Vet. Sci. An. Husb., 5, 1—21. — BOX H. E., 1941. *Citrus* moth investigations. Report on investigations carried out. Asuansi, Colon. Developm. Fund, iii, 64 pages (Rev. appl. Ent. (A), 30, 505—506). — BRAIN Ch. K., 1929. Insect pests and their control in S. Africa. Cape Town, 223—227. — BREITENBACH W., 1882. Beiträge zur Kenntnis des Baues der Schmetterlings-Rüssel. Jenaische Zeitschrift für Medizin, 15, 184—191. — BÜTTIKER W., 1959 a. Blood-feeding habits of adult *Noctuidae* (*Lepidoptera*) in Cambodia. Nature, 184, 1167. — BÜTTIKER W., 1959 b. Observations on feeding habits of adult *Westermanniinae* (*Lepid.*, *Noctuidae*) in Cambodia. Acta Trop., 16, 356—361. — BÜTTIKER W., Taxonomical Notes on *Westermanniinae* (*Lepid.*) from Cambodia. — In preparation. — COTTERELL G. S., 1940. *Citrus* fruit-piercing moths. Summary of information and progress. W. African Agric. Conf., Nigeria.; Pap. 3rd W. African Agric. Conf. Nigeria 1938, sect. Gold Coast, 1, 11—24. — CRAWFORD M., 1933. Rinderpest-Transmission of Infection by Contact. Ind. Journ. Vet. Sci. An. Husb., 3, 399—401. — DU TOIT R., 1958. Director of Veterinary Services, Department of Agric., Onderstepoort, Union of S. Africa. — Personal communication. — EBELING W., 1959. Subtropical Fruit Pests, University of California, Los Angeles — EVANS J. W., 1952. The Injurious Insects of the British Commonwealth. London. — FLETCHER D. S., 1954. A synonymic Revision of the Genus *Arcyophora* Guenée. Proc. R. ent. Soc. Lond. "B", 23, pts 11—12, 197—200. — GOLDING F. V., 1945. Fruitpiercing *Lepidoptera* in Nigeria, Bull. ent. Res., 36, 181—84. — KALSHOVEN L. G. E., 1951. De Plagen van de Cultuurgewassen in Indonesie. II. 615—617, S'Gravenhage. — KING J. R., THOMPSON W. L., 1958. Fruitpiercing moth, *Gonodonta nutrix* (Cramer), attacks oranges in Florida. The Florida Entomologist, 41, 61—65. — MARSHALL G. A. K., JACK W., and NEAVE S. A., 1915. Proc. ent. Soc. Lond., 117—119. — MUKERJEE T. D., 1941. *Arcyophora dentula* Hamps., a new Pest of Pomegranate. Indian Jour. Ent., 3, 337. — NEL R. I., HATTINGH C. C., 1944. Fruit Sucking Moths. Entomological Circular No. 10. W. Province Fruit Res. Inst., Stellenbosch (S. Africa). — PLATT E. E., 1921, S. Afr. J. nat. Hist., 3, 114. — QUAYLE H. J., 1938. Insects of Citrus and other Subtropical fruits. Ithaca, New York. — REID E. T. M., 1954. Observations on feeding Habits of Adult *Arcyophora*. Proc. R. ent. Soc. London "B", 23, pts 11—12, 200—204. — SMIT B., 1947. Fruit-sucking moths. Farming in S. Africa, 22, 758—60. — WEDDEL J. A., 1944. Fruit-sucking moths. Queensland agric. J., 59, 89—92.

# OBSERVATIONS BIOLOGIQUES ET OPPORTUNITÉ DES TRAITEMENTS CHIMIQUES CONTRE LA TEIGNE DES FLEURS DU CERISIER (*Argyresthia pruniella* L.)

(= *A. ephippella* F.) (Lep. Plutellidae)

E. A. CAIRASCHI, France<sup>1</sup>

(Voi plate III)

## 1. Importance du problème en France

La Teigne des fleurs du Cerisier (*Argyresthia pruniella* L.) doit être considéré comme un ravageur dont les dégâts sont surtout sensibles en France dans les régions septentrionales. Les secteurs où cet insecte est le plus couramment rencontré sont les départements de l'Yonne, région du Centre et région Parisienne. On connaît l'origine nordique des espèces faisant partie du G. *Argyresthia* (Lepidopt., *Plutellidae*) et leur répartition plus spécialement marquée dans divers pays du Nord de l'Europe également. L'évolution de ce groupe est par ailleurs plus ou moins sous la dépendance relative des variations climatiques au cours de certaines années. C'est ainsi que l'espèce voisine, *A. albistria* HAW.-Teigne des fleurs du Mirabellier — essence fruitière surtout répandue dans les régions Est de la France — a pu voir la régression de ses dégâts à la faveur de printemps et étés particulièrement secs et ensoleillés, peu favorables à son comportement.

*A. pruniella* par contre mérite d'être mieux connue au point de vue biologique car dans des situations plus ou moins bien délimitées, ses fréquents dégâts ne sont pas négligeables malgré l'abondance des fleurs de Cerisier, facteur qui ne permet pas toujours de chiffrer aisément l'étendue des pertes possibles. A celles-ci, il convient cependant d'ajouter souvent les dégâts dûs aux attaques de Cheimatobie (*Operophtera brumata* L.) qui se superposent dangereusement et dont les méfaits cumulés peuvent devenir très sérieux. La protection contre l'un ou l'autre de ces deux ravageurs prend alors un caractère encore plus impératif.

A l'occasion d'essais de lutte chimique contre *A. pruniella*, entrepris en 1959 et 1960 dans l'Yonne (région d'Auxerre) il nous a paru intéressant d'effectuer une série d'observations destinées à connaître d'une manière plus approfondie les données du problème sur le plan biologique, afin d'appliquer les traitements prévus dans les meilleures conditions d'opportunité. Nous rapporterons tout d'abord quelques précisions concernant les principaux caractères morphologiques des différents stades de l'Insecte, lequel a pu être suivi tant au laboratoire après la mise au point d'une technique d'élevage appropriée que dans les vergers faisant partie du programme d'essais de lutte.

## 2. Quelques précisions relatives à la morphologie des stades biologiques de l'Insecte

L'œuf mesure 0,5 mm environ de longueur et, à peine 0,3 mm en sa plus grande largeur. Il a normalement la forme d'une bourse (Fig. 1) mais il est fréquemment déformé, surtout aplati, par la position qu'il occupe sous les écailles ou dans les fissures des rameaux. De couleur brun-clair, avec des reflets grisâtres, il présente à sa surface une forte réticulation due à des plissements de l'exocuticule, plus accentuée dans la région du micropyle. Celle-ci forme à l'extrémité la plus étroite, un cratère caractéristique très marqué, aux bords profondément plissés, et au fond duquel se situe le pôle micropylaire.

<sup>1</sup> Travaux effectués en collaboration avec MM. Benard, Perrier, Mlle Vallet (I. N. R. A.), et M. Gagnepain du Service de la Protection des Végétaux.



E. A. CAIRASCHI:

Observations biologiques et  
opportunité des traitements  
chimiques contre la Teigne  
des fleurs du Cerisier (*Argy-  
resthia pruniella* L.)

Fig. 1. *A. pruniella* F. Œuf grossi,  
dégagé des écailles d'un bourgeon  
floral ( $\times 36$ ).

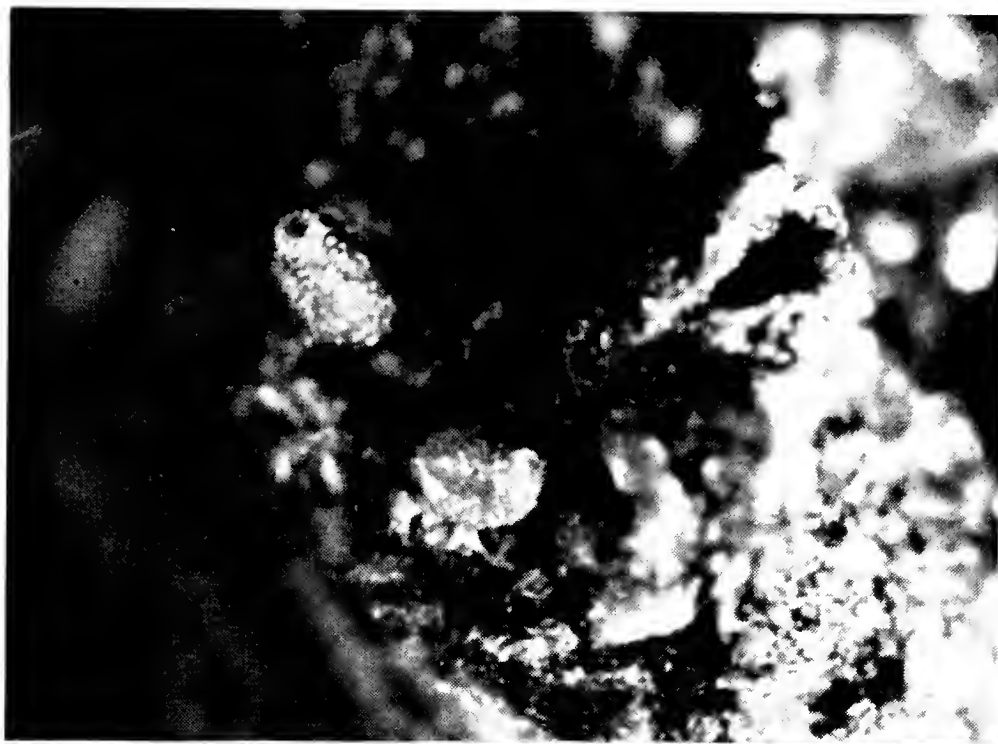


Fig. 2. *A. pruniella* L. Chenille  
au 3<sup>ème</sup> âge et ses dégâts ( $\times 3$ )

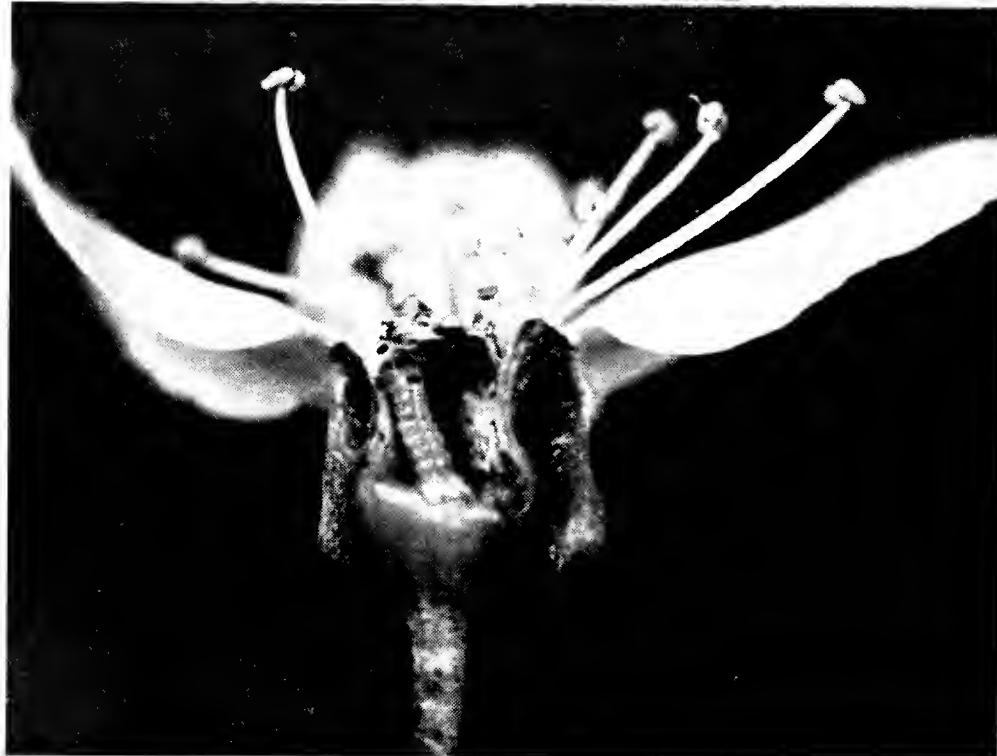


Fig. 3. *Argyresthia pruniella* L. Adulte  
au repos ( $\times 5$ )



**La Chenille.** A l'éclosion, la chenille mesure au plus 1 mm de longueur. Elle est de teinte jaune ocre, la tête est brune, l'écusson prothoracique et l'écusson anal assez nettement rembrunis, les pattes sont faiblement brun-gris.

Aux second et troisième stades (Fig. 2), la coloration devient plus claire, blanchâtre, avec les points sétigères assez bien marqués; la tête, les pattes et les écussons prothoracique et anal sont brun-foncé.

Au quatrième et dernier stade, la chenille mesure environ 6 mm, elle est de forme générale un peu déprimée, très légèrement fusiforme. D'abord jaunâtre, elle devient vert pâle, le tégument est mat, uni, avec seulement quelques soies éparses, claires, brillantes, assez courtes. La tête est brun-roux plus ou moins clair, l'écusson prothoracique en général très peu rembruni, l'écusson anal, contrairement au reste du corps, garde une coloration jaunâtre pendant toute la durée du stade. Les pattes thoraciques sont plus ou moins brunes, les pattes ventrales portent un seul cercle de crochets, peu nombreux, subégaux.

**Le Cocon.** Situé dans la couche superficielle du sol, généralement bien abrité, assez près du tronc, le cocon est blanc, et composé de deux tissages distincts, reliés entre eux par quelques groupes de fils transversaux: un premier tissage extérieur, à maille très large, et un cocon intérieur à tissage serré, abritant la chrysalide.

**L'adulte** mesure 10 à 11 mm d'envergure, et 6 à 7 mm de longueur totale, au repos. Il est très élancé et ne dépasse guère 1 mm de largeur au thorax. La tête est blanche, légèrement marquée de roux autour des yeux et vers la base des antennes. Le thorax est blanc, sauf les parties latérales qui sont roux-orangé. Les pattes sont blanches, plus ou moins maculées de brun-roux. L'abdomen est gris en dessus, blanc en dessous.

L'aile antérieure est effilée, longuement frangée dans sa région apicale, surtout aux  $\frac{3}{4}$  de la longueur du bord inférieur; elle est divisée longitudinalement en deux zones principales, l'une antérieure, la plus large, atteignant largement l'apex, est roux-orangé, parsemée de petites taches jaunâtres, d'importance variable, l'autre, vers le bord postérieur de l'aile (donc sur le dessus du corps au repos), et n'atteignant pas l'apex, est d'un beau blanc argenté (Fig. 3).

Enfin, la coloration de l'aile antérieure se caractérise par une forte bande transversale, brun-roux, oblique, partant sensiblement du milieu du bord postérieur et atteignant les  $\frac{3}{5}$  du bord costal. Ce dernier caractère notamment, dont l'appréciation est parfois délicate, différencie *Argyresthia pruniella* L. de *A. nitidella* F. espèce très voisine (citée surtout d'Angleterre), chez laquelle cette bande oblique atteint les  $\frac{4}{5}$  du bord costal. L'aile postérieure est grise, longuement frangée.

La femelle se reconnaît à l'extrémité de l'abdomen, tronquée perpendiculairement par une cavité circulaire bien marquée; chez le mâle, l'extrémité de l'abdomen est comprimée, semi-circulaire (vue de profil), sans troncature.

### 3. Cycle évolutif de l'insecte

L'œuf, pondu à partir de juillet, évolue immédiatement, donne un embryon bien différencié au bout de 20 à 30 jours. Parvenu à ce stade, il entre en diapause jusqu'à la fin de l'hiver suivant.

Une étude histologique préliminaire a été effectuée en fin d'hibernation, dans le but d'apporter notamment quelques précisions sur la morphologie de l'embryon, lequel ne nécessite à ce stade qu'une faible évolution pour atteindre l'éclosion.

Il apparaît, comme nous l'avions remarqué au cours de dissections d'oeufs, que l'exocuticule et l'endocuticule de l'oeuf sont disjointes et en outre, que l'embryon lui-même se trouve enveloppé par une fine membrane dont l'origine et la destinée restent à préciser.

La phase finale de l'évolution de l'oeuf se situe, en France, vers la fin du mois de Février, et les premières chenilles apparaissent généralement au début du mois de Mars. En 1960, les éclosions ont commencé le 1er Mars en Seine-et-Oise, après notamment une élévation de température très sensible dans les derniers jours de Février, et se sont échelonnées jusqu'au 24 Mars, sans présenter à aucun moment d'intensité très marquée; dans l'Yonne, les éclosions semblent avoir débuté quelques jours plus tard.

La durée d'évolution du premier stade larvaire a été, toujours en Seine-et-Oise, de 10 à 12 jours, et, en raison de l'échelonnement des éclosions, des chenilles à ce stade pouvaient encore s'observer dans les premiers jours d'Avril.

Le second stade est apparu dès le 12 Mars et s'est étendu jusqu'au 8 Avril. La première mue du 2<sup>e</sup> au 3<sup>e</sup> stade a été notée le 24 Mars.

On pouvait donc, à la fin du mois de Mars, observer simultanément des chenilles des 1er, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> stades.

Le quatrième stade a commencé à apparaître début Avril et, vers le 13—14 avril, les premières chenilles ayant terminé leur évolution descendaient au sol pour se nymphoser, la majorité descendant entre le 16 et le 20 Avril.

Après une période de prénymphose, dans les cocons, de quelques jours, la nymphose proprement dite a débuté fin Avril.

Elle a duré un peu plus d'un mois; la sortie des adultes s'est située dans la première quinzaine de Juin, et la ponte a débuté fin juin-début juillet.

#### 4. Remarques sur le comportement de la Chenille et de l'Adulte

La chenille néonate est peu vagabonde, elle recherche activement un bourgeon dans lequel elle pénètre bientôt.

C'est surtout à partir du début du stade B des bourgeons que les éclosions se produisent. Généralement, les chenilles pénètrent vers l'extrémité du bourgeon (partie la plus tendre) en se glissant au besoin sous les écailles externes; il leur arrive cependant le percer ces dernières, souvent par leurs bords latéraux, très amincis. Elles atteignent rapidement la partie centrale du bourgeon et commencent leurs dégâts sur les boutons floraux. Ce dégât se poursuit jusqu'au début de la formation des fruits. Au moment de la nymphose, la chenille montre un phototropisme négatif très marqué.

Il s'écoule un long délai, 15 à 20 jours, entre la sortie de l'adulte et la ponte. A l'éclosion en effet, la femelle possède une forte réserve en tissus adipeux, mais les oeufs ne sont nullement développés dans les gaines ovariques. Pendant l'évolution de ces derniers, les papillons abandonnent pour la plupart les Cerisiers pour se grouper dans la flore environnante, aux endroits les mieux abrités de la lumière et du vent. Il semble que c'est surtout dans ce sens que la nature de cette flore joue un rôle déterminant.

Fin Juin, on trouvait d'une part, dans les Cerisiers, des femelles en grande majorité dont, les oeufs étaient complètement développés, et d'autre part, à l'abri de la flore environnante, des femelles dont les gaines ovariques présentaient tous les degrés d'évolution, y compris l'absence complète d'oeufs.

Il pourrait s'agir, dans ce dernier cas, d'éclosions tardives, mais peut-être aussi d'individus stériles.

Les mâles se trouvent dans les différentes zones pendant toute la durée de la formation des oeufs chez les femelles.



### 5. *A. pruniella* L. dans son biotope.

#### Influence du milieu végétal environnant et importance du parasitisme naturel

Aucun parasite n'a été relevé au cours des observations sur l'évolution des oeufs de *A. pruniella*. Par contre, la présence de *Ageniaspis atricollis* Dalm. (*Hym. Encyrtidae*)<sup>2</sup> se rencontre fréquemment sur les chenilles, lesquelles accusent un taux de parasitisme de l'ordre de 10 à 20%, selon les localités. L'adulte de cet Hyménoptère apparaît vers la fin juin, au début de la ponte de l'hôte.

Diverses plantes-hôtes de *A. pruniella* (Merisier, Griottier, *Cerasus Mahaleb*, Aubépine) ont pu être notées aux abords des vergers de Cerisiers et présentent généralement un niveau d'infestation du ravageur plus élevé que ces derniers.

Le Prunelier (*Prunus spinosa* L.) espèce arbustive très abondamment représentée dans les haies environnant les plantations ne semble pas héberger fréquemment la Teigne des fleurs de Cerisier. Par contre, deux autres espèces d'*Argyresthia*: *A. mendica* HAW. et *A. albistria* HAW. y sont courantes. Nous n'avons pas observé ces dernières espèces sur Cerisier de sorte que l'on peut considérer les Pruneliers comme ne jouant pas, au moins dans la région considérée, le rôle de « réservoir de ravageurs » pour les Cerisiers.

*A. mendica* est parasitée également par *A. atricollis*, mais comme cet hôte apparaît plus tôt et que la ponte du parasite est plus rapide il ne semble pas que celui-ci puisse passer d'un hôte à l'autre.

*A. albistria*, dont la coloration générale orange-rouge de la chenille permet une facile différenciation, apparaît au stade adulte sur Prunelier sensiblement en même temps que *A. pruniella* et sa ponte coïncide probablement avec celle de cette espèce. Le parasitisme de *A. albistria* est dominé par l'action d'un autre hyménoptère, vraisemblablement un *Angitia* sp. (*Hym. Ichneumonidae*) lequel n'a pas été observé sur la Teigne du Cerisier. Ainsi le Prunelier ne semble pas jouer non plus le rôle de réservoir appréciable pour les parasites de *A. pruniella*.

### 6. Les possibilités de la lutte chimique contre *A. pruniella* L.

Compte tenu du cycle évolutif de cette espèce qui se caractérise par une seule génération par an, le problème de la lutte chimique peut être envisagé de plusieurs façons, suivant le stade à atteindre.

La destruction des œufs, depuis la fin de l'été jusqu'au mois de février de l'année suivante, est délicate en raison du fait que ce stade se trouve bien abrité sous les écailles de bourgeons et anfractuosités des écorces.

La lutte au moment de la nymphose (ou contre les nymphes) limitée à un traitement de la surface sous les arbres donnerait sans doute de bons résultats mais la protection des vergers resterait sous la dépendance d'un déplacement d'adultes de régions voisines au moment de la ponte.

La lutte contre l'adulte, avant la ponte pourrait présenter un certain intérêt s'il ne subsistait pas le risque d'apports extérieurs également. Une telle opération n'atteindrait probablement pas le parasite *A. atricollis* qui termine son évolution larvaire et nymphale dans la chenille.

Pratiquement, c'est la lutte contre la chenille néonate, avant sa pénétration dans les boutons floraux qui paraît devoir être retenue. Toutefois comme les éclosions peuvent s'échelonner sur une période assez longue, il importe de suivre de très près l'évolution à ce stade, des répétitions de traitements étant alors nécessaires, compte tenu des conditions atmosphériques.

<sup>2</sup> Identification que M. Ch. Ferriere a bien voulu nous confirmer. Nous sommes heureux de le remercier ici.

Opportunité des traitements chimiques contre les chenilles. L'examen d'échantillons-standards de rameaux de Cerisier (1 m. de bouquets floraux placés bout à bout) renseigne utilement durant l'hiver sur l'intensité des populations au stade oeuf. Le critère fixant à dix le nombre d'oeufs par échantillon constitue le minimum d'éléments à recueillir avant toute opération chimique éventuelle contre les jeunes chenilles. Enfin, la courbe d'éclosions de celles-ci complète efficacement les données indispensables car elle permet de fixer les dates les plus opportunes des applications insecticides, au nombre de deux au maximum.

Les essais de lutte effectués durant les campagnes 1959 et 1960 avaient en effet pour but de mettre en évidence à la fois l'efficacité de divers produits insecticides et leur application à différentes dates au cours de la période d'évolution des jeunes chenilles.

Nous résumerons ci-après les principaux résultats enregistrés:

Tableau I:

N° des Essais	Produits & Nbre de Trait	Dates des Traitements			Témoins
		Précoces	Moyennes	Tardives	
1	D. N. C } 1 Tr	5 mars 1,5 % (1)	Néant	Néant	20,49 %
2	OP } 2 Tr.		11 mars 22,7 34	Néant	54,6 —
3	D. N. C } 2 Tr.	5 mars 10,67	17 mars 12,35		44,3 —
	OP. } 2 Tr.	2,87	1,76		23,0 —
	Diazinon } 2 Tr.	4,95	11,8		49,4 —
4	OP. } 2 Tr.		15 mars 3,12	22 mars 2,75	7,29 —
	Diméthoate } 2 Tr.	—	3,33	4,26	
	Gusathion } 2 Tr.		4,01	—	
5	D. N. C } 2 Tr.	5 mars 10,85	17 mars 12,85		43 —
	OP. } 2 Tr.	—	30,4		31 —
6	D. N. C } 2 Tr.	29 février 1,62	15 mars id + OP. 0,79		4,17 —
	OP. } 2 Tr.	1,27	8,28		

D. N. C. = 43 % de Dinitro-crésylate d'ammonium à la dose de 0,750/hl.

OP. = Oleoparathion à la dose de 30 grs/Parathion/hl.

Les résultats sont exprimés en pourcentage de fleurs attaquées (examen de 200 bouquets floraux par arbre).

L'analyse sommaire de ces résultats fait nettement apparaître l'intérêt des applications insecticides précoces (durant la première semaine de mars en 1959—60) à l'aide de produits à base de D.N.C. et oléoparathion, les deux groupes de produits donnant pratiquement des résultats comparables. L'opportunité d'effectuer un deuxième (et à fortiori trois traitements) à 10 jours d'intervalle est discutable, l'augmentation du pourcentage de fleurs non attaquées ne le justifiant pas, en année normale.

## BIBLIOGRAPHIE

BALACHOWSKY (A.) et MESNIL (L.) — Les insectes nuisibles aux plantes cultivées Paris 1932. — JANCKE (O.) — Die Kirschblütenmotte (*Argyresthia pruniella* L.) und ihr Parasit (*Ageniaspis atricollis* Dalm.) (Gartenbauwiss., 6, n° 3, pp. 303—386, Berlin 1932).

# CONTROL OF THE EUROPEAN RED MITE AND OTHER PESTS OF THE TREE FRUITS WITH PETROLEUM OIL SPRAYS<sup>1</sup>

P. J. CHAPMAN and S. E. LIENK

Chapman, Riehl and Pearce (1952) have discussed the use of petroleum oil sprays in the United States for the control of pests of deciduous and citrus fruit trees. The present paper deals with some developments in this field since 1952. More specifically it is concerned with practices followed in eastern USA in the use of petroleum oil sprays on deciduous fruit trees over that stage of tree growth starting with the end of the dormant period in the spring and extending to the appearance of (for apples) about  $\frac{1}{2}$ " of growth in the blossom buds.

Growers in this area usually employ paraffinic rather than naphthenic type petroleum fractions as spray oils. These preferred products are called "superior type" spray oils. Naphthenic class spray oils continue to be used west of the Rocky Mountains principally because the crude oils mined there are generally naphthenic in character.

The so-called superior type spray oils were introduced in 1947 (Pearce and Chapman 1947). While these products have proved both safer and more effective than oils previously used, their adoption has not entirely eliminated all phytotoxicity hazards. In an attempt to further minimize this basic limitation of all spray oils, research was initiated to learn if oil fractions of lighter viscosity than those prescribed in the original superior oil specifications (90—120 seconds Saybolt at 100° F) could be used. This possibility was suggested from the results obtained by Pearce and Chapman (1952) in their evaluations of narrow petroleum fractions and of synthetic isoparaffins under laboratory conditions. The objective is to find an oil that combines full pesticidal action with relatively short persistence of the oil deposit on the plant under treatment. Such an oil should be safer in that it would interfere only minimally with the plant's metabolic activities. It also might well not persist in sufficient amounts to react importantly with oil-incompatible products applied in succeeding spray treatments. Recent research and observation suggest these goals are at least partially attainable. And a first step in this direction was the introduction in 1959 of the "70-second superior oil" (Chapman 1959). This product was widely used by fruit growers in northeastern USA in 1960. It has, in fact, largely replaced the heavier original superior type spray oil which for purposes of future identification has been renamed "100-second superior oil".

Specifications are given in Table 1 for three classes of superior spray oils, namely, for 100, 70 and 60-second products. These oils differ from each other principally in viscosity. For, since they would normally be derived from the same crude and by the same manufacturing process, their basic structural composition, in a sense, should be very similar. Specifications are published here for the first time for a "60-second superior oil." This product is suggested for use on a trial basis only for the immediate future. All three types of superior oils are available in commercial quantities in the United States.

## Oil susceptible pests

Of the various pests that overwinter on fruit trees or are active in early spring, many are susceptible to at least some degree of control by oil sprays applied in the "green tip" and "delayed dormant"<sup>2</sup> bud stages of apple, or their equivalent in other fruits. A list of these petroleum oil susceptible species is given in Table 2. Not all of the pests that must be controlled during this period are controllable with petroleum oil sprays. Of these perhaps the most important is the rosy apple aphid, *Anuraphis roseus* Baker. The eye-spotted bud moth, *Spilonota ocellana* (D&S), is another example. This deficiency can be corrected practically, however, by combining one of the organophosphorus pesticides with the oil. Such general purpose spray mixtures are often used on apple trees in northeastern USA. Common spray formulae employed are a 1 or 2% petroleum oil emulsion combined with one of the following at recommended dosages, for the latter: parathion, 0,0-diethyl 0-*p*-ni-

<sup>1</sup> Journal Paper No. 1233 New York State Agricultural Experiment Station, Geneva, N. Y. August 11, 1960.

<sup>2</sup> "Green-tip" = when the fruit buds show approximately  $\frac{1}{8}$ " of green tissue. "Delayed-dormant" = when fruit buds show approximately  $\frac{1}{2}$ " of green tissue.

Table 1

Specifications for petroleum fractions suitable for use in the control of certain orchard pests

Properties	Superior oil		
	100 seconds	70 seconds	60 <sup>3</sup> seconds
Viscosity, seconds Saybolt at 100° F . . . .	90—120	66—74	56—62
Gravity, ° API (minimum) . . . . .	31	33	34
Unsulfonated residue ASTM (minimum)	90	92	92
Pour point, ° F (maximum) . . . . .	30	30	30
Distillation (at 760 mm., ° F) . . . . .	a relatively narrow distillate portion of petroleum	—	—
50 % boiling point . . . . .		670±10	645±8
10—90° range (maximum) . . . . .		100	90

<sup>3</sup> Tentative.

trophenyl phosphorothioate; malathion, 0,0-dimethyl dithiophosphate of diethyl mercaptosuccinate; ethion, 0,0,0', 0'-tetraethyl S, S'-methylene biphosphorodithioate; and Trithion, S-[p-chlorophenylthiomethyl] 0,0-diethyl phosphorodithioate. BHC or its gamma isomer lindane are good aphicides and may also be combined with oil sprays to advantage.

Of the species listed in Table 2 oil sprays are currently used most commonly for the control of the European red mite. Oils are also often used to combat San Jose scale, European fruit lecanium, pear psylla, and—if an organophosphorus product or BHC or lindane is added—the rosy apple aphid.

Oils as acaricides

Semi-dormant applied oil sprays have proved effective for the control of those species of mites which overwinter, primarily, in the egg stage. Locally, the fruit infesting species are the European red mite *Panonychus ulmi* (Koch) and *Bryobia praetiosa* Koch. Except for the pear leaf blister mite, *Eriophyes pyri* Pgst., petroleum oil sprays are ineffective against species like the two-spotted spider mite *Tetranychus telarius* (L.) which winter as adults.

The results obtained in one experiment in the control of the European red mite with 60, 70 and 100-seconds superior oils are given in Table 3 and Figure 1. Replicated, single tree plots were employed in this test. These results may be considered typical of the degree of full season control that may be obtained under local conditions where the treatments have been applied with sufficient thoroughness to destroy about 97% or more of the winter eggs present. The population declines shown in Figure 1 for treated plots after July 29 when peak population levels were attained is normal. This apparently coincides with nutritional changes in the host. As will be seen, all oils tested gave a similar performance. It is of particular interest to note that the 60-second superior oil proved at least as effective as the two heavier products.

Under local conditions a single thoroughly applied oil spray may either 1) give practical control of the European red mite for the season, or 2) at least delay the time the species reaches peak levels to a time when the more serious consequences of infestation are avoided. Evidence in support of this statement will be found in the studies reported by Lienk et al. (1956). In either of the foregoing situations growers may wish to supplement the action of the oil spray by including an acaricide in one of the regular late July or early August spray treatments applied in this area.



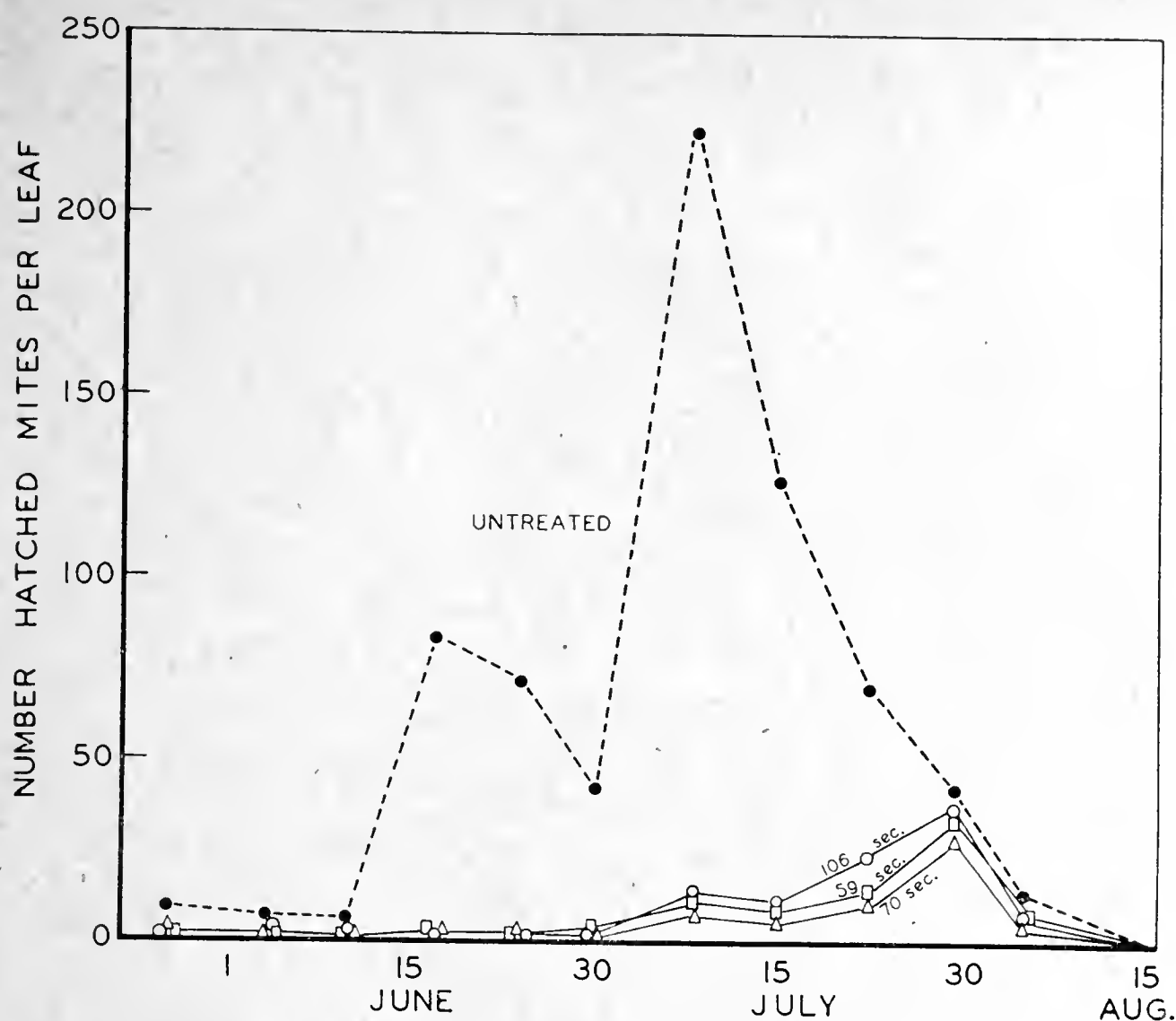


Fig. 1. Populations of European red mite developing on untreated Red Delicious apple trees and those receiving 2% concentrations of 59, 70 and 106 second superior type spray oils at the delayed dormant bud stage, April 24.

That early season applied oil sprays may be effective in the control of the clover mite *Bryobia praetiosa* Koch is indicated by the data given in Table 4. Treatments in this experiment were applied at a "pre-pink" bud stage—or 4 or 5 days beyond the delayed dormant stage. The species was present as winter eggs at spraying time although egg hatching started several days later. As indicated in Table 2 the clover mite is seldom troublesome in commercial fruit plantings, locally.

#### Oils as insecticides

Chapman and Pearce (1949) have shown that European red mite eggs become increasingly more susceptible to oil sprays once winter diapause has been broken in the spring. In the work cited, a 0.25% oil spray applied just before egg hatching started (pre-pink bud stage) gave approximately the same egg kill as a 3.0% concentration applied 39 days earlier when the buds were still dormant, namely, 90.2% and 91.6%, respectively. Dr. E. H. Smith, a colleague of the writers at this Station, has found (unpublished data) that in the case of two scale insects, *Lecanium corni* Bouché and *Pulvinaria amygdali* Ckll., the susceptibility pattern is just the opposite of that noted for the European red mite. Thus best results were obtained with dormant applied treatments, poorest, with those applied when apples were in a full delayed dormant bud stage. Dr. Smith believes this response difference can be accounted for by the growth that takes place over this period in the insects. Thus the smaller nymphs which have just succeeded in surviving the winter appear to be much more susceptible to treatment with an oil spray than the larger forms which are present some weeks later. A detailed report of Dr. Smith's findings will appear else-

Table 2

Insect and mite pests in northeastern USA that are at least partially controlled with pre-blossom applied<sup>4</sup> petroleum oil sprays

Species	Family	Reference	Pest in commercial orchards
Pear leaf blister mite <i>Eriophyes pyri</i> (Pgst.)	<i>Eriophyidae</i>	—	Fairly common, usually not serious
European red mite <i>Panonychus ulmi</i> (Koch)	<i>Tetranychidae</i>	Present paper	Generally important
Clover mite <i>Bryobia praetiosa</i> Koch	<i>Tetranychidae</i>	Present paper	Occasionally. Common in non-cultivated apple trees
Apple red bug <i>Lygidea mendax</i> Reut.	<i>Miridae</i>	Dean and Chapman (1946)	Not currently
San Jose scale <i>Aspidiotus perniciosus</i> Comst.	<i>Diaspididae</i>	Chapman et al (1944)	Occasionally
Scurfy scale <i>Chionaspis furfura</i> (Fitch)	<i>Diaspididae</i>	Aull and Dean (1933)	Not currently
European fruit lecanium <i>Lecanium corni</i> Bouche	<i>Coccidae</i>	Wheeler and Oberle (1948)	Occasionally
Cottony peach scale <i>Pulvinaria amygdali</i> Ckll.	<i>Coccidae</i>	Wheeler and Oberle (1948)	Occasionally
Pear psylla <i>Psylla pyricola</i> Foerst.	<i>Psyllidae</i>	Mundinger (1943) Hamilton (1948)	Generally important
Fruit-tree leaf roller <i>Archips argyrospila</i> (Wlk.)	<i>Tortricidae</i>	Chapman et al (1941)	Occasionally
Red-banded leaf roller <i>Argyrotaenia velutinana</i> (Wlk.)	<i>Tortricidae</i>	Glass and Chapman (1952)	Often serious
Pale apple budworm <i>Pseudexentera mali</i> Free.	<i>Olethreutidae</i>	Chapman and Greenwood (1943)	Occasionally. Often abundant in non-cultivated apple trees.

<sup>4</sup> Treatment usually applied in the spring over the period from late in the dormant bud stage, up until, for apples, about  $\frac{3}{4}$  inches of growth is exposed in blossom buds.

where. A third type of response to oil sprays is found in the pear psylla, *Psylla pyricola* Foerst. Thus, about the same degree of control has been obtained locally, from oil sprays applied from late in the dormant period in the spring up until the tips of the blossom buds are exposed in the fruit buds. Among others, the response of this species to oil sprays has been studied by Mundinger (1943), Hamilton (1948) and more recently by Dr. E. H. Smith (unpublished observations). These workers have established that while petroleum oil sprays possess little ovicidal value, they are toxic to the adults and to the newly hatched nymphs, the latter form being killed apparently through contact with the oil residues. So while the control obtained from early applied oil sprays may be attributed primarily to a killing of adults, and to later sprays to a killing of nymphs, the end results, practically, may be very similar.

### Discussion and conclusions

Of the three classes of superior type spray oils defined in this paper, the 70-second product is being used most generally at present by growers of deciduous fruits in eastern USA. Possibly an even lighter oil, say one of approximately 60 seconds, may eventually replace the 70-second oil. However, this event is contingent on whether future experience shows such a product truly combines full pesticidal action against all oil susceptible pests with greater plant safety.



Table 3

Efficiency of 2% superior type oil sprays<sup>5</sup> against winter eggs of *P. ulmi* Koch on Red Delicious apple. Based on counted eggs occurring on samples of wood collected from orchard plots directly after treatment

Oil Viscosity in seconds, Saybolt at 100° F.	Total No. Eggs (5 samples)	% Control Efficiency Ave.
59	2751	98.7
70	3167	98.5
106	2994	97.5
Untreated	3151 <sup>6</sup>	—

<sup>5</sup> Applied April 24 when the trees were in a delayed dormant bud stage.  
<sup>6</sup> Average hatching rate, 72.2%.

Table 4

Efficiency of superior type oil sprays<sup>7</sup> against winter eggs of *B. praetiosa* Koch on Cortland apple. 1960

Oil Viscosity in seconds, Saybolt at 100° F.	% oil in spray	Hatched mites present June 20	
		per spur	% control
70	0.5	0.53	98.8
70	1.0	0.30	99.4
70	2.0	0.06	99.8
106	1.0	0.10	99.7
Untreated	—	49.10	

<sup>7</sup> Applied April 25 when the trees were in a "pre-pink" bud stage (slightly beyond the delayed dormant stage). *B. praetiosa* winter eggs near start of hatching.

Many growers find it advantageous to include an organophosphorus pesticide in oil sprays. This combination provides control of such important pests as the rosy apple aphid which usually is not controllable with straight oil sprays.

While many materials have been used as emulsifying agents for spray oils, two which have been successfully so employed are Triton X45 and blood albumin. The former will produce a good stock emulsifiable product when added to oil either alone or combined with equal quantities of normal butyl alcohol at concentrations ranging between 0.75 and 1.5%. Blood albumin may be used for the preparation of dilute emulsion in the spraying machine immediately before use (see Chapman et al 1952).

At present oil sprays are used most commonly at a 2% concentration and applied (for apples) at a green tip or delayed dormant bud stage. Deviations from this practise are: 1) when heavy infestations of the European fruit lecanium are present, in which case the sprays should be applied just before or directly after the buds show green tips; 2) in combating cottony peach scale when a dormant application is indicated; 3) and in using oil-organophosphate combinations a 1% oil concentration may be sufficient for treatments applied in the full delayed dormant bud stage.

LITERATURE CITED

AULL, L. E. and R. W. Dean (1933): Efficiency of lubricating and tar oil emulsions against scurfy scale (*Chionaspis furfura* Fitch). Jour. Econ. Ent. 26: 912—3. — CHAPMAN, P. J., G. W. PEARCE and A. W. AVENS (1941): The use of petroleum oils as insecticides. III. Oil deposit and the control of fruit tree leaf roller and other orchard pests. Jour. Econ.

Ent. 34: 639—649. — CHAPMAN, P. J. and D. E. GREENWOOD (1943): A new apple leaf roller. New York (Geneva) Agric. Expt. Sta. Bul. 703: 20—23. — CHAPMAN, P. J., A. W. AVENS and G. W. Pearce (1944): San Jose scale control experiments. Jour. Econ. Ent. 37: 305—6. — CHAPMAN, P. J. and G. W. PEARCE (1949): Susceptibility of winter eggs of the European red mite to petroleum oils and dinitro compounds. Jour. Econ. Ent. 42: 44—7. — CHAPMAN, P. J., L. A. RIEHL and G. W. PEARCE (1952): Oil sprays for fruit trees. U S Dept. Agric. 1952 Yearbook of Agriculture, pages 229—239. — CHAPMAN, P. J. (1959): Tree spray oils — their present status. New York (Geneva) Agric. Expt. Sta. Farm Research 25: 7. — DEAN, R. W. and P. J. CHAPMAN (1946): Biology and control of the apple red bug. New York (Geneva) Agric. Expt. Sta. Bul. 716: 16—23. — GLASS, E. H. and P. J. CHAPMAN (1952): The red-banded leaf roller and its control. New York (Geneva) Agric. Expt. Sta. Bul. 765: 18—19. — HAMILTON, Donald W. (1948): Pear psylla control with dormant sprays. Jour. Econ. Ent. 41: 443—5. — LIENK, S. E., P. J. CHAPMAN and O. F. CURTIS, Jr. (1956): Responses of apple trees to mite infestations: II. Jour. Econ. Ent. 49: 350—3. — MUNDINGER, I. G. (1943): Experiments with dinitro insecticides and oil sprays for the control of pear psylla. New York (Geneva) Agric. Expt. Sta. Bul. 703: 46—8. — PEARCE, G. W. and P. J. CHAPMAN (1947): Improved spray oils for fruit trees. New York (Geneva) Agric. Expt. Sta. Farm Research 13: 1. — PEARCE, G. W. and P. J. CHAPMAN (1952): Insecticidal efficiency of petroleum fractions and synthetic isoparaffins. Advances in Chemistry Series, No. 7: 12—24. — WHEELER, E. H. and G. D. OBERLE (1948): Oil in dormant sprays to control European fruit lecanium and cottony peach scale. Jour. Econ. Ent. 41: 186—9.

## DEVELOPMENT OF THE SPOTTED ALFALFA APHID POPULATION IN NORTH AMERICA

R. C. DICKSON

Citrus Experiment Station, Riverside, California, USA

The spotted alfalfa aphid (SAA), *Therioaphis maculata* (Buckton) appears to have first established in North America in 1953. The first collections were made in 1954 but stories heard then indicated that it had been present in good populations in the Rio Grande Valley in New Mexico during the winter of 1953—54.

The spread of this aphid has been detailed for California and summarized for the rest of the United States by Smith (1959). By the end of 1955 most of the southwestern quarter of the United States had been occupied and by the end of 1956 the SAA had almost completed its occupation of suitable area in North America. This is roughly Mexico and the southern three-quarters of the United States.

Since this aphid does not seem to produce viable eggs in North America (Dickson, Laird & Johnson, 1958), it is killed out each winter in the colder parts of the Great Plains and must re-invade each summer. The SAA usually does not overwinter north of southern Kansas.

*T. maculata* in the Old World is quite variable morphologically (Dickson, 1959). Some have more sensoria on Ant. III than others, in which case the sensoria extend over a greater part of the segment than is true of those with fewer sensoria. SAA with the smallest number of sensoria restricted to the smallest area were those from Israel, Cyprus, Morocco, and from North America.

Similarly there was a considerable range in the amount of melanization on the ventral surface of the abdomen. North American specimens were in the darkest group and again seemed identical with SAA from Israel, Cyprus, and Morocco.

Morphologically, North American collections showed a very small range of variation, much less than was found between collections from various localities in Iran, or India. They also all appeared to be equally susceptible to organophosphorus insecticides when first treated. It would appear that the North American population of the SAA is very probably descended from a single individual accidentally introduced into New Mexico in 1953. Since gene recombination in aphids occurs only in the production of viable eggs and this does not seem to have occurred, we have a uniform population with identical gene composition except for mutations.

Recent collections of SAA that we have been able to examine have not shown any variation from the morphological type that first appeared in North America. They are still dark with relatively few sensoria so it seems that this form does not have a serious disadvantage in North America. However, at least two genetic changes have appeared and become established in strains of the SAA in North America. SAA populations resistant to organophosphorus insecticides have appeared (Stern & Reynolds, 1958) in many localities. Another strain of SAA that lives well on two of the eight clones of alfalfa that compose the SAA-resistant variety Moapa has been reported by Pesho, Lieberman & Lehman (1960). The former was recognized about two years after the SAA was discovered here and the latter after three years of exposure of the alfalfa clones to the SAA.

To answer criticism that changes should not appear in an insect population derived from a single individual without gene rearrangement we would like to point out the following:

In Imperial County, California, alone there are 170,000 acres of alfalfa, 25 generations per year (35 maximum), and 20 million SAA per acre average population. Over two years this means that there had been  $1.7 \times 10^{11}$  SAA in this valley by the time it was known that organophosphorus resistance was established. In the course of the two years the SAA in many of the fields had been treated seven times with organophosphorus insecticides.

Mutation rates of  $1 \times 10^{-5}$  per gene per generation are commonly recorded in studies of mutation. At that rate a mutation should have occurred 1,700,000 times in this valley during the two years. Even at the very low mutation rate of  $1 \times 10^{-9}$  (as recorded for sulfathiazole resistance in *Staphylococcus aureus*) each mutation should have occurred 170,000 times. The densest population of SAA that we have seen was at the rate of 165,000 per square meter. Since its introduction in 1953 to now there have been about  $1.1 \times 10^{16}$  SAA in North America. At the mutation rate of  $1 \times 10^{-9}$  each mutation should have occurred 11,000,000 times, enough to have allowed the trial of every change of which this species is now capable.

Populations of the SAA usually reached very high levels soon after it appeared in an area and have since then settled down so that this aphid is a serious pest only in certain areas and at irregular intervals. Coccinellid and other predators are often effective, as they have been from the time of the introduction of this aphid, but are less efficient in cool weather. Three introduced hymenopterous parasites and an entomophagous fungus have been important in certain areas under specific conditions (van den Bosch et al., 1959). In each area studied the relative effectiveness of the various biotic factors has been unique and has varied from season to season with climatic variation.

Another factor that has reduced the seriousness of the SAA has been increased experience in the use of insecticides so that they are no longer applied so excessively, and the development of insecticide programs compatible with biological control (Stern and van den Bosch, 1959).

The SAA population in North America is now approaching its condition in its original Old World home. It is a pest certain seasons in some years particularly in dry hot districts and remains capable of increasing rapidly whenever conditions are right and it is temporarily released from its biological control.

#### REFERENCES

- DICKSON, R. C. (1959): On the identity of the spotted alfalfa aphid in North America. Ann. Ent. Soc. Amer. 52: 63—8. — DICKSON, R. C., Edward F. LAIRD, Jr. and Metta McD. JOHNSON (1958): Sexuales and eggs of the spotted alfalfa aphid. Ann. Ent. Soc. Amer. 51: 346—50. — PESHO, G. R., F. V. LIEBERMAN and W. F. LEHMAN (1960): A biotype of the spotted alfalfa aphid on alfalfa. Jour. Econ. Ent. 53: 146—50. — SMITH, Ray F. (1959): The spread of the spotted alfalfa aphid, *Therioaphis maculata* (Buckton), in California. Hilgardia 28: 647—94. — STERN, Vernon M. and H. T. REYNOLDS (1958): Resistance of the spotted alfalfa aphid to certain organophosphorus insecticides in southern California. Jour. Econ. Ent. 51: 312—6. — STERN, Vernon M. and Robert VAN DEN BOSCH (1959): The integration of chemical and biological control of the spotted alfalfa aphid. Field experiments on the effect of insecticides. Hilgardia 29: 103—30. — VAN DEN BOSCH, R., E. I. SCHLINGER, E. J. DIETRICH and I. M. HALL (1959): Role of imported parasites in the biological control of the spotted alfalfa aphid in southern California. Jour. Econ. Ent. 52: 142—54.

## DAS PROBLEM DER BEKÄMPFUNG DER DRAHTWÜRMER UND DIE WEGE SEINER LÖSUNG IN DER UDSSR

B. W. DOBROWOLSKI

Die Drahtwürmer, die Larven der Käfer aus der Familie *Elateridae*, *Tenebrionidae* und *Alleculidae*, sind gefährliche pflanzenfressende Schädlinge der verschiedenen Landwirtschafts- und Forstkulturen in der UdSSR und in anderen Ländern.

Die Bedeutung der Drahtwürmer ist gegenwärtig in der UdSSR infolge des Vorrückens des Mais nach dem Norden und der Urbarmachung von Neuland, noch größer geworden. Die Larven von Schnellkäfern (*Elateridae*) sind über das ganze Territorium der Sowjetunion verbreitet. Dabei sind sie in nordwestlichen, nördlichen und mittleren feuchten Gebieten der Wald- und Waldsteppenzone besonders zahlreich, wo sie hauptsächlich durch die Arten der Gattung *Agriotes* vertreten sind.

Am meisten sind hier die Arten *Agriotes obscurus* L., *A. sputator* L., *A. lineatus* L., sowie *Selatosomus aeneus* L. und *Athous niger* L. anzutreffen. Die Schnellkäfer sind auch in Waldsteppen und Steppenzonen nicht weniger schädlich, weil dort eigene weit verbreitete Arten vorhanden sind, die hauptsächlich durch *Selatosomus latus* F. und *Agriotes gurgistanus* Fald., in der Waldsteppenzone von Westsibirien durch *Selatosomus spretus* Mannh vertreten sind.

Die Artenzusammensetzung von Schnellkäfern ist in verschiedenen Klimazonen der UdSSR recht unterschiedlich und umfaßt über 25 schädliche Arten.

In den Steppen und Halbwüstengebieten sind neben den Drahtwürmern auch zahlreiche Larven von Tenebrioniden verbreitet. Von schädlichen Tenebrionidenarten sind folgende in der UdSSR von Bedeutung: *Pedinus femoralis* L., *Platyscelis gages* Fisch., *Blaps halophila* Fisch., *Blaps lethifera* Marsh. und *Opatrum sabulosum* L.



In den südlichen Gebieten des europäischen Teils der UdSSR werden die Massenarten von Drahtwürmern durch Vertreter der Familie *Alleculidae* ergänzt, von denen *Podonta daghestanica* Reitt. am häufigsten ist.

Seit 1920 sind die Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Erforschung von neuen Bekämpfungsmaßnahmen gegen die Drahtwürmer auf die Entwicklung von neuen agrotechnischen Maßnahmen gerichtet worden, um ungünstige Bedingungen für Schnellkäfervermehrungen zu schaffen.

Gleichzeitig aber begann man zur Drahtwurmbekämpfung Köder zu verwenden. Es wurden auch Versuche zur Entwicklung einer Lockmethode zwecks Abfangens und Vergiftung der Schnellkäfer selbst angestellt.

Es gab aber keine auf großen Flächen verwendbaren zuverlässigen Bekämpfungsmaßnahmen gegen die Larven und Käfer. Die Lage hat sich nach der Entwicklung von wirksamen organischen Präparaten, wie Hexachlorzyklohexan, wesentlich geändert. Die Larven gehen bei Berührung mit diesem Präparat im Boden zugrunde. Großer Giftverbrauch und damit verbundene große Betriebskosten sowie die Ansammlung von Giftstoffen im Boden und in den Pflanzen begrenzen die Möglichkeit, die Methode einer totalen Einarbeitung des Präparates in den Boden breit anzuwenden.

Die beste Lösung dieser Frage bietet das Verfahren einer Reiheneinarbeitung, das vor allem auf die Beseitigung der Gefahr sowie auf die Herabsetzung der Aufwandmenge und Selbstkosten gerichtet ist.

Es wurde in diesem Fall das Prinzip der Schaffung von Giftstreifen zugrunde gelegt, wobei sich die Larven begiften, wenn sie im Boden wandern.

Lange haben die Wissenschaftler ihre Aufmerksamkeit hauptsächlich der vertikalen Migration der Larven geschenkt, aber die Larven migrieren auch horizontal ständig, was eine Vervollkommnung der Methoden der chemischen Bekämpfung besonders notwendig macht.

Die Larven stoßen während ihrer Bewegung im Boden auf vergiftete Streifen und gehen dadurch zugrunde.

Man kann also eine durchgehende Begiftung der Felder mit Hexachloran durch eine Reiheneinarbeitung dieses Präparates mittels einer Scheibendrillmaschine ersetzen, was eine Senkung der Präparatsaufwandmenge um ein Vielfaches ermöglicht. Dabei ist es ratsam, zwecks einer besseren Verteilung den Giftstaub mit Staubmitteln und trockener Erde zu vermischen.

Erfahrungsgemäß kann man mit dieser Methode Herde von Drahtwürmern mit einem hohen Verseuchungsgrad auf Brache und auf den für Maisanbau und andere wertvolle Hackpflanzen bestimmten Feldern ausschalten. Auf dieselbe Weise kann man auch andere Landwirtschafts- und Forstkulturen vor Drahtwürmern schützen.

Bei der Bestimmung des Maßnahmensystems werden in erster Linie Besonderheiten der Verseuchung verschiedener Ländereien und Felder durch Drahtwürmer (Larven der *Elateridae*, *Tenebrionidae* und *Alleculidae*) berücksichtigt. Gewöhnlich verteilen sie sich auf dem Felde ungleichmäßig. Meistens ist für Drahtwürmer die Verteilung in kleineren Herden typisch.

Die Anwendung von Giftstreifen bringt eine wesentliche Vervollständigung der chemischen Bekämpfung der im Boden auftretenden Schädlinge, besonders in den Fällen, wo wir nicht nur die Migrationswege im voraus bestimmen, sondern diese Wanderungen in der für uns günstigen Richtung lenken können. Auf dieser biologisch-ökologischen Grundlage kann man zur Zeit der Praxis ein System anbieten, das aus folgenden Bekämpfungsmaßnahmen gegen Drahtwürmer (*Elateridae*, *Tenebrionidae* und *Alleculidae*) besteht:

1. Untersuchung des Bodens auf Verseuchung bei gleichzeitiger Bestimmung des Verseuchungsgrades und der Herde als Grundlage einer wirtschaftlichen und getrennten Ausnutzung der Bekämpfungsmittel.

2. Unkrautbekämpfung, insbesondere von Quecken.

3. Bodenbehandlung auf Brache und Saaten in der Zeit der Massenverpuppung von Larven und Eiablage von Käfern.

4. Kalkung von sauren Böden, Düngung mit Ammoniumsulfat und Ammoniaksalpeter.

5. Vernichtung von Herden auf Brache, angesäter Brache und Kulissenbrache mit Hilfe von Giftstreifen.

6. Durchführung aller Maßnahmen (Sortenwahl, Jarovisation, optimale Aussaatzeit, Saatgutqualität, Düngung usw.), die einen frühen, gleichmäßigen Auflauf von allen Pflanzen und eine schnelle Entwicklung bei Hackfrüchten gewährleisten.

7. In Ausnahmefällen auf stark verseuchten Schlägen Aussaat der am wenigsten anfälligen Kulturen (Lein, Wicke, Bohnen, Senf usw.).

8. Vorsaatbehandlung der Samen von Getreide, Lein, Klee, Wicke und einer Reihe von anderen Kulturen bei der Aussaat auf verseuchten Schlägen.

9. Anwendung von Giftabsorbieren in granuliertem Zustand, als Pulver im Pflanzloch- und Bandstreifenverfahren, das heißt Anwendung von verschiedenen Giftstreifen zum Schutz von Mais und anderen Hackfrüchten.

10. Anwendung von konzentrierenden Giftködern zur Vernichtung der Elateriden und Tenebrioniden und Anwendung von Giftködern und Staubmitteln zur Vernichtung einiger mehr offen lebender Arten von Tenebrioniden.

In verschiedenen Klima- und Wirtschaftszonen können sich die Zusammensetzung der Maßnahmen und die Bedingungen für deren Durchführung ändern, obwohl all die oben aufgezählten wichtigsten Maßnahmen ihre Bedeutung unter allen Bedingungen behalten werden.

In der Nichtschwarzerdezone und nördlicher gibt es z. B. keine Tenebrioniden und Alleculiden, und hier werden alle Spezialmaßnahmen zur Bekämpfung dieser Schädlinge wegfallen.

In den südlicheren Gebieten sind die Maßnahmen zur Vernichtung von Herden auf Rein- und Kulissenbrachen besonders wirkungsvoll und anwendbar, und eine Bekämpfung der Tenebrioniden ist unbedingt notwendig.

In den nördlichen Gebieten werden auf den Flächen, die mit Futtergräsern besetzt sind, zur Herdevernichtung die Samenbehandlungen und die mit Präparat begifteten Absorber angewendet.

Das Vorhandensein der zuverlässigen Maßnahmen, die eine volle Mechanisierung der Arbeiten zulassen, gestattet die Frage nach der allgemeinen Einführung der nach Zonen präzisierten Maßnahmensysteme und nach der Ausschaltung der Drahtwürmer in der UdSSR als Massenschädlinge der Land- und Forstwirtschaft zu stellen.

Infolge der Mannigfaltigkeit der Natur- und Wirtschaftsbedingungen werden die Forschungsarbeiten durch planmäßige methodische Vereinigung der Kräfte der Organisationen aus Wissenschaft und Praxis, die sich in verschiedenen Zonen der UdSSR befinden, organisiert.



# UNTERSUCHUNGEN ÜBER GETREIDE-GALLMÜCKEN

W. FABER

Von den wichtigsten in Mitteleuropa an Getreide schädlichen Gallmücken hatten in Österreich in den vergangenen 20 Jahren die beiden Weizengallmücken-Arten (*Contarinia tritici* Kirby und *Sitodiplosis mosellana* Géhin) allgemeine, und die Sattelmücke (*Haplodiplosis equestris* Wagn.) örtlich Schadensbedeutung, während die Hessenfliege (*Mayetiola destructor* Say) bzw. ihre von Bollow als Roggengallmücke (*Mayetiola secalis* Boll.) benannte süddeutsche Varietät in Österreich nicht fühlbar in Erscheinung getreten ist. Die Gelbe Weizengallmücke (*C. tritici*) tritt in Österreich viel häufiger und schädlicher auf als die Rote Weizengallmücke (*S. mosellana*). Die Befallsstärke schwankt in mehrjährigen unregelmäßigen Perioden. Vermehrungsspitzen waren in den Jahren 1948—51 und 1955—58. Letztere Periode hatte im Jahre 1957 ihren Höhepunkt. In diesem Jahr wurden an einzelnen Winterweizensorten Befallsziffern ermittelt, welche z. B. die höchsten von Barnes für England angegebenen Werte weit übertreffen. Die Ertragsminderung betrug bei den Standardsorten Austro-Bankut im Marchfeld in diesem Jahre 38%, wie durch Vergleich mit dem Ertrag einer durch DDT-Spritzungen befallsfrei gehaltenen Fläche exakt ermittelt werden konnte. In solchen Jahren ist daher eine Bekämpfung auch angesichts der schwierigen Durchführbarkeit unbedingt lohnend.

Da sich die Bekämpfungsmaßnahmen gegen die Mücken zur Zeit der Eiablage richten, kommt der genauen Ermittlung des Einsatzzeitpunktes durch Beobachtung des Mückenfluges größte Bedeutung zu. Zur Flugkontrolle bedienten wir uns ringförmig aufgezogener Leimstreifen, die in Beständen erfahrungsgemäß stark heimgesuchter Winterweizensorten auf  $\frac{1}{2}$  m hohen Pflöcken montiert waren und täglich gewechselt wurden. Die besten Fangergebnisse wurden jedoch erzielt, wenn die Leimstreifen — durch übergestülpte Drahtnetzkörbe vor der Berührung mit den umgebenden Pflanzen geschützt — in Bestandeshöhe zur Zeit des Ährenschiebens, also etwa in 30 cm Höhe über dem Erdboden aufgestellt waren. Zur Erleichterung der Auszählung erwies sich schwarzes Leimpapier als besonders geeignet. Die Methode setzt allerdings eine entsprechende Einschulung und praktische Erfahrung voraus, da die durchführende Person die beiden Weizengallmücken-Arten mit einer schwachen Lupe sicher voneinander und von anderen Gallmückenarten unterscheiden können muß.

*Contarinia tritici* legt ihre Eier fast ausschließlich an die jungen Ähren ab, wenn diese die Blattscheide noch nicht ganz oder gerade verlassen haben. Rückwärts schreitend tastet die Mücke mit der halb ausgestülpten Legeröhre die Spelzen ab bis ein Spalt zwischen Deck- und Vorspelze gefunden ist. Dann wird die Legeröhre auf ihre volle Länge ausgestülpt und tief zwischen die Spelzen gesenkt. *Contarinia tritici* belegt vor allem jene Sorten, bei welchen die Zeit des Ährenschiebens mit der Mückenflugzeit zusammenfällt.

Tabelle 1 gibt von einer Anzahl Winterweizensorten die Befallsziffern aus den Jahren 1957 und 1958 wieder. Die Zahlen sind, wie auch bei den folgenden Tabellen, Mittelwerte von je sechs Wiederholungen. Die Korrelation zwischen Termin des Ährenschiebens, Mückenflug und Befallsstärke ist unverkennbar. Im Jahre 1957 fiel der Hauptmückenflug in die Zeit vom 2. bis 7. Juni. Die Sorten mit Ährenschiebeterminen vor dem 1. Juni sind im Durchschnitt beträchtlich stärker befallen als spätere Sorten. Die Häufung von Sorten mit höchsten Befallszahlen und frühen Ährenschiebeterminen in der ertragsschwächsten Gruppe III ist besonders auffällig. Die Termine in der Tabelle bezeichnen den Beginn des Ährenschiebens, das heißt den Zeitpunkt, zu dem 30 bis 50% der Ähren sichtbar werden. Je nach Witterung dauert

Tabelle 1

Larvenauszählungen im Winterweizensortenversuch 1956/57 und 1957/58 der Bundesanstalt für Pflanzenbau und Samenprüfung, Versuchsanlage Fuchsenbigl, Marchfeld, Niederösterreich

Sorte	1956/57			1957/58		
	Ertrags- gruppe	Ähren- schieben	Larven je 20 Ähren	Ertrags- gruppe	Ähren- schieben	Larven je 20 Ähren
Record .....	I	3. 6.	349	I	28. 5.	225
Brucker Harrachweizen ....	I	31. 5.	2423	II/1	26. 5.	297
Stamm 101 .....	I	3. 6.	802	I	28. 5.	132
Zuchtstamm 154 .....	I	3. 6.	413	II/3	29. 5.	0
Zuchtstamm 2573 .....	II/1	3. 6.	250	II/3	30. 5.	1
Zuchtstamm 3225 .....	II/1	31. 5.	1230	III	28. 5.	15
Stamm P 3010 .....	II/1	3. 6.	416	II/2	29. 5.	17
Zuchtstamm 3159 .....	II/1	2. 6.	2089	II/2	28. 5.	45
Hubertusweizen.....	II/1	4. 6.	27	III	31. 5.	0
Dr. Lassers Dickkopf .....	II/1	3. 6.	68	III	30. 5.	0
Korneuburger Grannen .....	II/2	1. 6.	378	II/1	27. 5.	115
Admonter Früh.....	II/2	3. 6.	1274	II/2	28. 5.	113
Stamm P 3007.....	II/2	4. 6.	210	II/2	29. 5.	161
Drauhofener Kolben .....	II/2	3. 6.	314	II/2	28. 5.	53
Tscherm. W. B. Marchfelder	II/2	31. 5.	208	II/1	27. 5.	129
Manitoba x Probstdorfer ....	II/2	3. 6.	1162	II/2	28. 5.	302
Kadolzer .....	III	30. 5.	1218	—	—	—
Stamm Kisling .....	III	30. 5.	3300	—	—	—
Stamm B 1201.....	III	28. 5.	2387	—	—	—
Stamm B 1205.....	III	28. 5.	3710	—	—	—
Beta Bankuti .....	III	29. 5.	2513	—	—	—
Loosdorfer Austro-Bankut ..	III	29. 5.	1320	II/3	24. 5.	606
Stamm P 3004 .....	III	5. 6.	414	III	30. 5.	6
Hohenauer Kolben .....	III	29. 5.	2864	—	—	—
Loosdorfer Bart.....	III	28. 5.	1244	III	24. 5.	485
Loosdorfer Manfred .....	III	27. 5.	1578	III	22. 5.	643

es dann erfahrungsgemäß noch 5 bis 12 Tage bis der Großteil der Ähren die Blatt-scheide verlassen hat. Daraus erklärt sich die Differenz zwischen dem Ährenschub-termin der stark befallenen Sorten und dem Termin des Flugmaximums. Im Jahre 1958 war der Befall allgemein sehr viel geringer. Hauptmückenflug war vom 30. Mai bis 3. Juni, also eine Woche früher als im Vorjahr. Dementsprechend sind Sorten mit Ährenschub-Terminen vom 22. bis 28. Mai am stärksten befallen. Später schiebende Sorten weisen nur schwachen Befall auf.

Tabelle 2

Abhängigkeit des Mückenbefalles vom Anbautermin; Versuchsanlage Fuchsenbigl

Sorte	Anbau	Ährenschieben	Larven je 20 Ähren
Loosdorfer Austro-Bankut	9. 10. 57	25. 5. 58	447
	27. 11. 57	29. 5. 58	217
Brucker Harrachweizen	9. 10. 57	27. 5. 58	561
	27. 11. 57	31. 5. 58	52
Stamm 101	9. 10. 57	29. 5. 58	114
	27. 11. 57	2. 6. 58	9

Tabelle 2 zeigt die Befallsverhältnisse bei einem Zeitstufen-Anbauversuch mit 3 Winterweizen-Sorten zu je 2 Anbauterminen. Die Sorten weisen bei normalem Anbau-termin (9. 10. 1957) die für das Jahr 1958 charakteristischen Ährenschiebetermine (25., 27. und 29. 5. 1958) und entsprechend abgestufte Befallszahlen auf. Durch den Spätanbau (27. 11. 1957) verschoben sich die Termine des Ährenschiebens um 4 Tage, der Befall blieb dadurch — wiederum entsprechend abgestuft — sehr viel geringer.

*Contarinia tritici* legt die Eier in Häufchen zu je 5 bis 7 Stück an die Seitenlappen der Vorspelze. Die farblosen Gelege sind nur bei starker Vergrößerung von den häufig der Vorspelze anklebenden Pollenhäufchen zu unterscheiden. Die Eier von *Sitodiplosis mosellana* werden dagegen einzeln und nicht nur an die Vorspelzen abgelegt; sie sind größer und rötlich gefärbt. Ähnlich den *S. mosellana*-Eiern, aber gedrungener und mit einer weißen Polkappe sind die häufig ebenfalls hinter den Spelzen zu findenden Eier von Thrips-Arten.

Durchschnittlich unterbleibt die Kornausbildung, wenn mehr als 5 Larven von *C. tritici* in einer Kornanlage zur Entwicklung kommen. Im Jahre 1957 wurden bei der Sorte Austro-Bankut im Marchfeld in 68% der Blüten mehr als 5, in Einzelfällen sogar über 70 *C. tritici*-Larven gezählt, woraus sich die eingangs erwähnte außerordentlich hohe Ertragsminderung von 38% in diesem Jahre erklärt.

Die Larven von *S. mosellana* entwickeln sich einzeln oder zu zweien, höchstens zu dreien je Kornanlage. Durch ihr späteres Auftreten wird die Kornentwicklung zwar nicht verhindert, doch bleiben die Körner klein und sind häufig in charakteristischer Weise verkrüppelt.

Die erwachsenen Larven der beiden Weizengallmücken-Arten unterscheiden sich mikroskopisch voneinander außer durch ihre Färbung noch durch die Größe und durch die Beschaffenheit der Körperoberfläche: Die zitronengelben, stark glänzenden Larven von *C. tritici* sind etwas kleiner als die orangerot gefärbten, nur matt glänzenden Larven von *S. mosellana*. Die *C. tritici*-Larven verlassen die Ähren bei feuchter Witterung und dringen in den Boden ein. Genau an den Spitzen der Vorspelzen zwängen sie sich durch den nur bei feuchtem Wetter klaffenden Spalt. Das Auswandern auch großer Mengen von Larven geht verhältnismäßig rasch vor sich.

Tabelle 3

Abhängigkeit des Abwanderns der Larven von Niederschlägen; Versuchsanlage Fuchsenbigl

Sorte	Ährenschieben	Larven je 20 Ähren	
		17. 6. 58	23. 6. 58
Loosdorfer Austro-Bankut .....	25. 5. 58	447	17
Brucker Harrachweizen .....	27. 5. 58	560	8
Stamm 101 .....	29. 5. 58	114	8
Kärntner Grannen .....	29. 5. 58	429	13

20.—23. 6. 58: 22,4 mm Niederschläge; letzter Niederschlag vorher: 10.—11. 6. 58.

Tabelle 3 zeigt anhand von 4 Winterweizen-Sorten, welche am 17. 6. 1958 noch normal starken Befall aufwiesen, daß am 23. 6. nach einer 3tägigen Regenperiode mit 22,4 mm Niederschlägen der größte Teil der Larven die Ähren bereits verlassen hatte. Die Larven von *S. mosellana* verbleiben dagegen noch bis zur Kornreife in den Ähren und sind daher häufig in den Druschrückständen in viel größerer Zahl zu finden als die *C. tritici*-Larven, sofern letztere nicht durch anhaltend trockene Witterung vor der Ernte am Auswandern verhindert werden. Nach Beendigung der Entwicklung lösen sie sich von der letzten Larvenhaut, verbleiben aber in der durchsichtigen Exuvie, so daß ihre rötliche Farbe blasser erscheint.

Im Boden stellen sich die Larven von *C. tritici* bald nach dem Verlassen der Ähren kugel- bis eiförmige Gespinstkokons her, in welchen sie hufeisenförmig zusammengekrümmt überwintern. Mit den bei Nematoden-Untersuchungen verwendeten Fennick-Kannen lassen sich die Kokons ohne besonderen Aufwand aus Erdproben quantitativ ausschwemmen. Häufig dringen die Larven in schützende Hohlräume wie kleine Schneckenhäuschen, verlassene Puppentönnchen von kleinen Dipteren usw. ein und verzichten dann auf die Herstellung eines Kokons. Im Frühjahr bei Ansteigen der Bodentemperatur verlassen die Larven die Kokons und wandern bis knapp unter die Erdoberfläche empor, wo sie sich verpuppen. Im Jahre 1958 vertrocknete ein erheblicher Anteil der Puppen im Boden ehe die Entwicklung der Mücken beendet war. Nach unseren Beobachtungen erfolgte die Verpuppung in diesem Jahr meist ohne vorherige Kokonbildung; wenn Kokons hergestellt wurden, waren die Larven parasitiert.

Eine nicht geringe Anzahl von Feinden stellt den Larven der Weizengallmücken nach. Die größte Wirkung erzielten 1958 zweifellos verschiedene Proctotrupiden- und Chalcididen-Arten, die in ungeheuren Mengen auftraten. Die kleinen schwarzen Wespen erschienen an den Pflanzen schon vor der Flugzeit der Mücken. An den jungen Ähren konnte man sie in ganzen Gruppen bei der Eiablage beobachten. Nach dem Auswandern der erwachsenen Mückenlarven waren die Parasiten immer noch anzutreffen, so daß ein Großteil der Larven sicher erst außerhalb der Ähre mit Eiern belegt wurde. Die Parasiteneier überwintern bekanntlich in den Wirtslarven und kommen erst im nächsten Frühjahr zur Entwicklung. Die parasitierten Gallmückenlarven werden erst kurz bevor sie sich zur Verpuppung anschicken so stark geschädigt, daß sie eingehen. Immer wurden vorher die charakteristischen länglichen Verpuppungskokons gesponnen, in welchen kurz darauf die Parasitenpuppen oder die fertigen Wespen innerhalb der tönnchenartig aufgeblähten Larvenhaut des Wirtes zu finden waren. Beim Verlassen der Ähren wurde im Jahre 1958 ein Teil der Gallmückenlarven von *Chrysopa*-Larven vernichtet.

## VIRUSABWEHR DURCH VEKTORBEKÄMPFUNG IN ERDBEERANLAGEN

H. J. de FLUITER

In den Niederlanden sind Virosen in hohem Maße an den Abbauerscheinungen in Erdbeerbeständen beteiligt.

Nicht-persistente Viren, z. B. dem Virus 1 Komplex (Prentice und Harris, 1946; Frazier und Posnette, 1958) zugehörige Viren und das Virus 5 ("strawberry leafcurl"; Prentice, 1952), sowie persistente Viren (Blattrandvergilbungsvirus 2 von Prentice, 1948, und viel seltener das Virus 3="strawberry crinkle"; Prentice, 1949) spielen dabei eine Rolle.

Laborversuche sowie Feldversuche haben gezeigt, daß die Blattlaus *Pentatrichopus fragaefolii* Cock. in den Niederlanden der wichtigste Vektor für Erdbeerviren ist. Die Blattlaus *Acyrtosiphon malvae* subsp. *rogersii* Theobald spielt in den Niederlanden keine, oder nur eine ganz untergeordnete Rolle (in Laborversuchen wurden nur bei Anwendung zahlreicher mit dem Virus 1 infizierter Läuse vereinzelte erfolgreiche Übertragungen erhalten). Die Feldversuche des Jahres 1955 hatten gezeigt, daß mit steigendem Befall der Pflanzen durch *Pentatrichopus fragaefolii* auch die Virosen zunehmen (de Fluiter, 1958). Es werden deshalb von 1957—1961 Feldversuche durchgeführt, die den Zusammenhang zwischen Erdbeerblattlausbekämpfung und Virusverbreitung aufzeigen sollten.



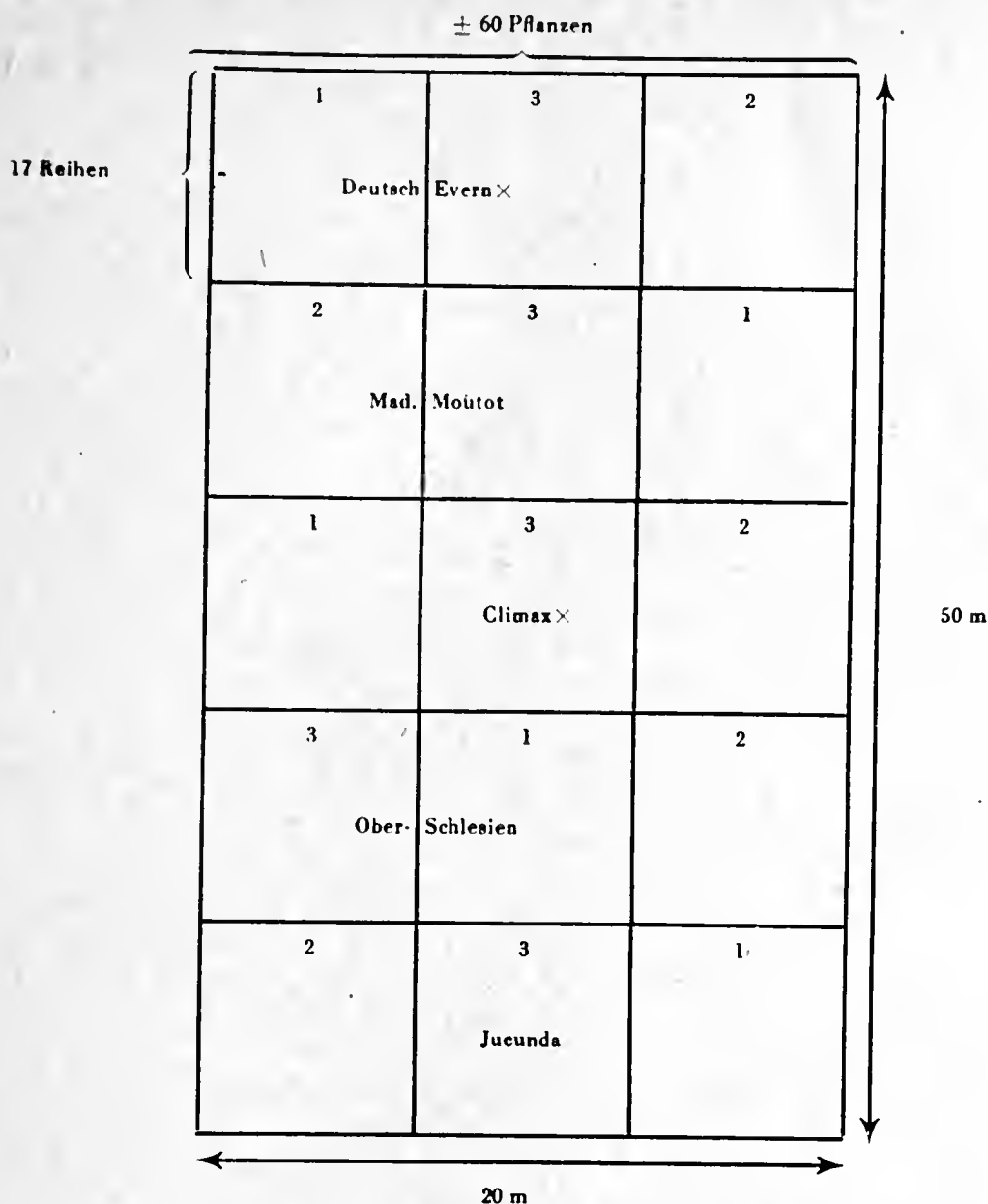


Fig. 1. Lageskizze des Erdbeerversuchsfeldes bei Sanoer 1957

Die Versuche werden durchgeführt in einer Madame-Moutot-Anlage in der Nähe von Bennekom (1956 und 1957), in zwei Anlagen in der Nähe von Wageningen (1957—1961) sowie in einer Jucunda-Anlage in der Nähe von Zundert (angefangen im Jahre 1959). Da die Ergebnisse bisher in allen Anlagen übereinstimmen, wird nachstehend nur das Ergebnis des 4jährigen Feldversuches besprochen.

Das Versuchsfeld besteht aus 5 Parzellen von je 2 A. Jede Parzelle wurde mit einer der folgenden Sorten bepflanzt (für die Lageskizze siehe Fig. 1):

- Deutsch Evern (virusfrei; Anerkennungsklasse E)
- Mad. Moutot (nicht virusfrei; Anerkennungsklasse AA)
- Climax (virusfrei; Anerkennungsklasse E)
- Oberschlesien (nicht virusfrei; Anerkennungsklasse AA)
- Jucunda (nicht virusfrei; Anerkennungsklasse AA).

Pro Sorte wurden folgende Behandlungsarten durchgeführt:

1. Kontrolle (unbehandelt), 2 und 3 behandelt.

Die Pflanzenzahl je Parzelle betrug 1000; je Versuchsfeld + 340.

Im Jahre 1957 wurden je Versuchsfeld 11 numerierte und blattlausfreie *Fragaria vesca*-Pflanzen als permanente Indikatorpflanzen zwischen die Reihen der betreffenden Kultursorte eingegraben, in den Jahren 1958, 1959 und 1960 je 10 (siehe Fig. 2). Im Jahre 1958 wurden je Versuchsfeld außerdem noch 10 *Fragaria vesca*-Pflanzen in Töpfen als „zeitweise“ Indikatoren hinzugefügt; sie wurden alle 14 Tage durch neue virus- und blattlausfreie Pflanzen ersetzt, anschließend auf Blattlausbefall untersucht, dann desinfiziert und zur Beobachtung eines etwaigen Auftretens von Virussymptomen in ein insektenfreies Gewächshaus in Wageningen gebracht.

Durch Beobachtungen der ausgewechselten Indikatoren bekamen wir eine Vorstellung über die Perioden, in denen die Virusausbreitung stattgefunden hatte; die permanenten Indikatoren gaben uns einen Eindruck über die Virusverbreitung je Versuchsfeld während der ganzen Saison.

{		1	
		2	
		3	
	x	4	
		5	
	x	6	
		7	
		8	
	x	9	
		10	
	x	11	
		12	
	x	13	
		14	
		15	
	{		16
			17

Fig. 2. Parzelle aus dem Versuch Wageningen 1957  
1 bis 17 Reihen Kulturerdbeeren;  
X permanente Indikatorpflanzen

Durch 14tägige Beobachtungen wurden im Bestand jedes Versuchsfeldes die Entwicklung der *Pentatrichopus*-Population untersucht und der Infektionsgrad der *Fragaria vesca*-Pflanzen mit Virose festgestellt.

Nachfolgend werden nur die Ergebnisse besprochen, die sich auf den Einfluß der Blattlausbekämpfung auf die Virusverbreitung beziehen. Maßgebend für die Virusverbreitung ist die Zahl viruskranker Indikatoren pro Saison.

### Spritzungen

In den behandelten Parzellen wurden alle Pflanzen, auch die Indikatoren, mit Hilfe einer Rückenspritze tropfnaß gespritzt (500—1000 l/ha).

1957 Die Pflanzen wurden Anfang April, die Indikatoren am 24. Mai gepflanzt.

Behandlungsarten:

1. Kontrolle (unbehandelt)
  2. Blattlausbekämpfung mit Parathion (25%) 0,1% in 14tägigen Abständen
  3. Blattlausbekämpfung mit Methyldemeton 0,1% in 14tägigen Abständen
- Die erste Spritzung fand am 31. Mai, die letzte am 19. September statt. Die ganze Anlage wurde als Vermehrungsanlage behandelt.

1958 Die Anlage wurde in diesem Jahre als Ertragsanlage behandelt. Die Indikatoren wurden am 27. und 28. Mai in der Anlage gepflanzt.

Behandlungsarten:

1. Kontrolle (unbehandelt)
2. Gespritzt am 15. April mit Thiometon 0,1%, am 29. April, 15. Mai, 27. Mai und 11. Juni mit Diazinon 0,1% (die Sorte D. Evern wurde wegen der Nähe der Ernte am 11. Juni mit Phosdrin 0,1% gespritzt).
3. Gespritzt am 15. April mit Thiometon 0,1%, am 29. April, 13. Mai, 27. Mai mit Isolan 0,1% und am 11. Juni mit Diazinon 0,1% (die Sorte D. Evern wurde auch hier am 11. Juni mit Phosdrin 0,1% gespritzt).

Nach der Ernte wurden die Behandlungsarten 2. und 3. am 24. Juli, 21. August und 18. September mit Thiometon 0,1% gespritzt.



Die „zeitweisen“ Indikatoren zeigten, daß die wichtigste Virusverbreitung in der Periode vom 11. Juni bis 28. August<sup>1</sup> stattfand. Die meisten Indikatorpflanzen wurden aber infiziert in der Periode vom 7. bis 28. August, also in der Zeit, in der die Spritzung mit Thiometon die Pflanzen schon nicht mehr vor einer Infektion schützen konnte. Der Abstand zwischen den zwei Thiometon-Spritzungen nach der Ernte (resp. am 24. Juli und 21. August) erwies sich als zu groß. Die zweite Spritzung hätte 2 Wochen nach der ersten durchgeführt werden sollen.

1959 Die Indikatoren 1959 wurden am 14. Mai ausgepflanzt. Die permanenten Indikatorpflanzen 1958 wurden nicht entfernt. In den Behandlungsarten 2. und 3. wurden in diesem Jahre die gleichen Spritzungen durchgeführt.

Vor der Ernte wurden die Behandlungsarten 2. und 3. am 13. Mai und am 27. Mai mit Thiometon 0,1% gespritzt. Nach der Ernte wurden die Spritzungen durchgeführt mit Thiometon 0,1% am 16. Juli, 21. August und 15. September.

1960 Die Indikatoren wurden am 14. April in der Anlage gepflanzt. In den Behandlungsarten 2. und 3. wurden wieder die gleichen Spritzungen durchgeführt. Vor der Ernte wurde nur einmal gespritzt, und zwar am 14. Mai mit Phosdrin 0,1%.

Am 9. Juli, gleich nach der Ernte, wurde mit Methyldemetonthiolisomer 0,1% gespritzt; 2 bis 3 weitere Spritzungen wurden in 3wöchigen Abständen durchgeführt.

### Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefaßt worden. Sie zeigen, wie schnell die Indikatoren in den unbehandelten, mit viruskranken Sorten bepflanzten Parzellen verseucht wurden. Ebenso sieht man ganz klar den Erfolg der Bespritzungen bezüglich der Herabsetzung der Virusverbreitung.

Die Virusverbreitung wurde im Jahre 1957 am stärksten gehemmt in den Versuchsfeldern, die mit einem systemisch wirkenden Insektizid behandelt wurden. Im Jahre 1958 war der Abstand zwischen den zwei ersten Spritzungen mit Thiometon nach der Ernte zu groß (siehe oben).

In den unbehandelten Versuchsfeldern der virusfrei gepflanzten Sorten Deutsch-Evern und Climax wurden erst im Ende 1959, resp. im Anfang 1960 die ersten viruskranken Indikatorpflanzen gefunden. In den behandelten Versuchsfeldern dieser Parzellen wurde vom Anfang des Versuches bis zum 1. Juli 1960 keine einzige Indikatorpflanze viruskrank.

Geflügelte Blattläuse haben also in den Jahren 1957 bis 1960 nur wenig zur Verbreitung der Erdbeervirosen im Versuchsfeld beigetragen. (Sie wurden bei der Kontrolle der Indikatorpflanzen wohl aufgefunden, aber nur in sehr geringer Anzahl).

Die wichtigste Verbreitung der Virosen fand statt durch die ungeflügelten *Pentatrichopusläuse*, die, wie auch der Laborversuch zeigte, sehr mobil sind.

*Pentatrichopus fragaefolii* Cock. überwintert in den Erdbeeranlagen als Blattlaus (also nicht als Ei). Die Kultursorten sind in den Niederlanden im Freien ihre einzigen Wirtspflanzen. Die Erdbeerlaus ist im Freien noch nie im natürlichen Biotop auf *Fr. vesca* aufgefunden; übertragen in die Anlage, wird die *Fr. vesca* aber sehr anfällig.

Bei der Bekämpfung in den Anlagen sind die systemischen Insektizide (Demeton, Methyldemeton, Demetonmethyl-thiolisomer, Thiometon und Phosdrin) zu bevorzugen. Zur Vernichtung der überwinternden Population beginnt man im Frühjahr

<sup>1</sup> In dieser Periode sind 36 der 1500 „zeitweisen“ Indikatoren erkrankt; 31 dieser Pflanzen stammten aus den unbehandelten Versuchsfeldern; 29 dieser Pflanzen erkrankten in der Periode vom 11. Juni bis 28. August.

Anzahl permanenter Indikatoren (*Fr. vesca*), die im Laufe der Saison mit Virus infiziert wurden

Sorte (Variety)	Behand- lungsart (Object)	Anzahl viruskranker Indikatoren pro Jahresklasse (Number of diseased indicator plants)						
		1957	1958	1959		1960 (am 1 Juli)		
				1958	1959	1958	1959	1960
Deutsch Evern	1	0	0	4	0	5	2	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
Mad. Moutot	1	11	7	10	10	10	10	0
	2	6	1	1	0	1	0	0
	3	1	1	4	0	4	0	0
Climax	1	0	0	0	0	1	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
Oberschlesien	1	11	10	10	5	10	7	0
	2	4	7	7	0	7	0	0
	3	3	1	1	0	2	1	0
Jucunda	1	11	9	10	10	10	10	0
	2	5	4	4	0	4	0	0
	3	0	3	3	0	3	0	0
Zahl der Indikatoren je Versuchsfeld (Number of indicator plants per plot)		11	10	10	10	10	10	10

die Bekämpfung mit einem systemischen Insektizid mit langer Dauerwirkung (Demetonmethyl-thiolisomer bis 6 Wochen vor der Ernte, oder Thiometon bis 4 Wochen vor der Ernte). Wenn nötig spritzt man nachher noch mit Phosdrin (bis 4 Tage vor der Ernte). Während der Ernte macht man nichts. Gleich nach der Ernte spritzt man wieder mit systemischen Insektiziden; wenn keine zweite Ernte im Nachsommer zu erwarten ist, sind die systemisch wirkenden Mittel mit langer Dauerwirkung zu bevorzugen.

#### L I T E R A T U R

DE FLUITER, H. J. (1958): Bladluisbestrijding ter voorkoming van virusverspreiding in aardbeien. Med. Landbouwhogeschool en de Opzoekingsstations van de Staat te Gent, 23: 745—769. — FRAZIER, N. W. (1955): Strawberry vein banding virus. Phytopath. 45: 307—312. — FRAZIER, N. W. and A. F. POSNETTE (1958): Relationships of the strawberry viruses of England and California. Hilgardia 27: 455—513. — MAASSEN, H. (1959): Beiträge zur Kenntnis der Erdbeerviren. Phytopath. Zeitschr. 36: 317—380. — PRENTICE, I. W. (1948): Resolution of strawberry virus complexes. II. Virus 2 (mild yellow-edge virus). Ann. appl. Biol. 35, 279. — PRENTICE, I. W. (1949): Resolution of strawberry virus complexes. III. The isolation and some properties of virus 3. Ann. appl. Biol. 36, 18. — PRENTICE, I. W. & T. M. WOOLLCOMBE (1951): Resolution of strawberry virus complexes. IV. The latent period of virus 3 in the vector. Ann. appl. Biol. 38, 389. — PRENTICE, I. W. (1952): Resolution of strawberry virus complexes. V. Experiments with viruses 4 and 5. Ann. appl. Biol. 39: 487—494. — SCHÖNIGER, G. (1956): Erdbeerviren in Deutschland. II. Isolierung nicht persistenter Viren aus einigen Kultursorten. Phytopath. Zeitschr. 26: 113—123. — SCHÖNIGER, G. (1958): Erdbeerviren in Deutschland. III. Das Erdbeer-Nekrosevirus, ein weiteres nicht persistentes Virus. Phytopath. Zeitschr. 32: 325—334. — SCHÖNIGER, G. und R. BAUER (1955): Erdbeerviren in Deutschland. I. Befund nach Pfropfung verschiedener Sorten auf *Fragaria vesca*. Phytopath. Zeitschr. 24: 443—454.

# BIONOMICS OF *MYIOPARDALIS PARDALINA* BIGOT ON SWEET MELONS IN ISRAEL

RACHEL GABRIELITH-SHPAN

Plant Protection Department, Ministry of Agriculture, Israel

(See table IV)

*Myiopardalis pardalina* Bigot (Diptera, Trypetidae), the Baluchistan Melonfly, has been found only rarely in Israel until recently. Sweet melons infested by fly larvae were often described as infested by "Melon flies" but the flies involved were either *Sarcophaga destructor* or *Atherygona excisa* Rossi., *Atherygona quadripunctata* Thoms. and another undetermined fly.

*M. pardalina* is an important pest of melons in the following countries: India, Baluchistan, Afghanistan, Iran, Azerbaijan, Trans-caucasia, Caucasus. Thus it is apparently widely distributed in Western Asia. It is also found but more rarely in Turkey, Iraq, Syria, Jordan, and Egypt. It was first recorded from Palestine by Bodenheimer (5), who states that "some specimens of *M. pardalina* from Palestine (Tulkarem 9. 8. 1919 on "faqus") are available in the collection of the Egyptian Ministry of Agriculture, but has never been observed by any local entomologist or by myself". In 1935 it was found in Tulkarem and according to Ballard (4) "*Myiopardalis* has never before been recorded as a pest in Palestine, but during the 3—4 following years, however, this fly has become established in the Coastal Plain,—in the Tulkarem area—a centre of sweet melon and water melon growing". Subsequently Schweig observed *M. pardalina* near Nazareth and in the Galilee at Kfar Kanna in 1938. Since then, for about 20 years, *M. pardalina* has not been mentioned as a pest in our country, although the sweet melon cultivation has developed to a large degree since 1950. New local varieties were developed, and others introduced. In 1958, three infested fruits were found after a thorough inspection of the sweet melon fields. 12 flies which emerged on July 11th to 13th served as the stock of the experimental work reported here.

Eggs are laid singly in the tissue under the epidermis of unripe melons, preferably on the small, hairy fruits of 2 x 3 cm., but larger melons of 10 x 15 cm. are also attacked occasionally. In small fruits a drop of yellow juice exudes through the puncture and when dried, a noticeable swelling or brown grayish spot is found between the hairs. In half grown fruits, the hole in the rind closes up completely and no sign of the puncture remains. The larvae burrow their way to the centre of the fruit, feeding on the soft core and the seed in small fruits, but on the soft core only in larger fruits. Infested half grown melons continue to grow and after a period of 9—11 days (according to the temperature and the variety of the melon), the larvae bore their way out for pupation. If they do not succeed in emerging from the fruit, they pupate between the seeds. The melon does not deteriorate much in value, but once an exit hole is made, it tends to rot due to secondary infection with fungi and bacteria.

In some countries the damage caused by *M. pardalina* is severe: In Transcaucasia 80% of the melons were found infested in 1917 (Prinz) (11). In Azerbaijan the annual loss amounted to £ 12,500 in 1930 (Rekach) (13): In Afghanistan infestation amounted to 90—100% in newly developed areas (Cottrell) (6). In Iraq it causes considerable damage to young musk melons (1927) (3). In Syria it is a serious pest from mid-June to late October (Najjar) (9). The Plant Protection Service of Palestine reported in 1939 that the damage amounted to 85—90% of all fruits in sweet melons, and 60% in water melons in the Tulkarem area (2).

*M. pardalina* is primarily a pest of sweet melons but it also attacks other *Cucurbitaceae*, for example water melons, cucumbers, marrows, pumpkins *Cucumis trigonus* and *Ecballium elaterium*. Infestation experiments with different varieties of sweet melon, water melon, cucumber, marrow and with fruits of *Cucumis trigonus* and *Ecballium elaterium* were carried out. The fruits were placed for several days in cages containing fertile flies. Oviposition was obtained once in cucumber and 3 times both in water melons and in *Ecballium elaterium* and 10 times in *Cucumis trigonus*. Feeding of maggots of *M. pardalina* in experimental work was therefore restricted to four varieties of sweet melons according to the season.

## Influence of the nutrition of adults upon reproduction

A series of small glass cages containing one or two pairs of flies were kept at a constant temperature of 27—28° C and 85—90% R. H. The influence of nutrition of the adults on (a) length of the preoviposition period, (b) fertility and (c) longevity, was examined. The following diets were used:

Diet No. 1: A mixture of 4 part honey, 1 part hydrolyzated yeast to 5 parts tap water, sugar cubes and drinking water.

Diet No. 2: A solution of 50% honey to 50% tap water, sugar cubes and drinking water.

Diet No. 3: Sugar cubes and drinking water.

Diet No. 1 proved to be most effective. An average of 140 offspring per female during 8 days of oviposition were counted in 4 cages. Diet No. 2 was also effective. An average of 63 offspring per female during 9 days of oviposition were counted in 3 cages containing 1 or 2 pairs of flies. A diet of sugar and water only, which is usually insufficient for the production of fertile eggs of *Ceratitis capitata* proved to be effective for *M. pardalina* and an average of 35 offspring per female during 9 days of oviposition were counted in 3 cages containing one or two pairs of flies.

The length of life of the flies kept in small cages was 49—63 days at all diets. Flies kept in glass cages measuring 30 x 30 x 30 cm and fed on diet No. 1 lived from 93 to 224 days. Egglaying continued for 80—90 days. After 90 days, when melons were no more available, the flies were fed on sugar cubes and drinking water only.

Copulation occurred in the laboratory during the morning from 8—10<sup>h</sup> and in the afternoon from 15.30 to 17.30<sup>h</sup>; mainly 1—3 days after emergence and lasted for several hours. The couple moves about, the heads of both pointing in the same direction. Two copulations at least seem to be necessary to insure fertility in eggs. No eggs were laid when the flies were kept at a temperature of 18—25° C. Egglaying started 6—8 days after the second copulation, and after a period of about 9—10 days copulation was repeated.

At a temperature of 27—28° C and 85—90% R. H. the average duration of the preoviposition period was 10—11 days. In some cases, it may be as short as 8 days, in others as long as 16 days. When temperatures were low (18—26° C) it lasted 29—31 days. Janjua (8) mentions a preoviposition period of 8—10 hours. This apparently is a printing error and should probably read 8—10 days.

At 29—30° C the eggs hatched after 36—40 hours, at 28—29° C after 48 hours and at 25—27° C after 72—84 hours. It thus appears that small changes of temperature may affect the length of incubation period considerably. Further experiments are in progress.

The egg is white and pointed at both ends. Its dorsal surface is greatly convex. It varies in size from 1—1.3 mm.

As the hatching of the larvae inside the fruit kept at the laboratory at room temperature could not be observed exactly; 48 hours was taken as the average duration of the egg stage. The duration of the active period of larval life was found to be 5—13 days, with an average of 7 days at 26—28° C. This larval period was influenced not only by temperature, but was definitely shorter in soft young fruits. The mature larva is creamy white, and measures 10—15 mm. On maturing, they bore tunnels through the pulp towards the rind, and cut their way out. No jumping movements as mentioned by Janjua were noticed.

Pupation takes place in the soil at different depths, depending on the humidity of the soil. In heavy humid soils they pupate at a depth of 2 cm, and in light humid soils at 2.5—7 cm. When the soil is dry to a depth of 10—11 cm they penetrate through the dry layer and pupate in the humid soil below at a depth of 16—18 cm. Larvae kept in a covered Petri dish pupated and 90% of them hatched. The puparium is white at first and turns dark after a few hours. It varies in colour from pale-tan to dark-brown. It measures 5.7 x 2.3 mm. The pupation period depends mainly on soil temperature and humidity.





RACHEL GABRIELITH-SHPAN:  
Bionomics of *Myiopardalis pardalina* bigot  
on sweet melons in Israel

Fig. 1.

P. GUAGLIUMI: La langosta palida o americana (*Schistocerca pallens* Thunbg.) en Venezuela

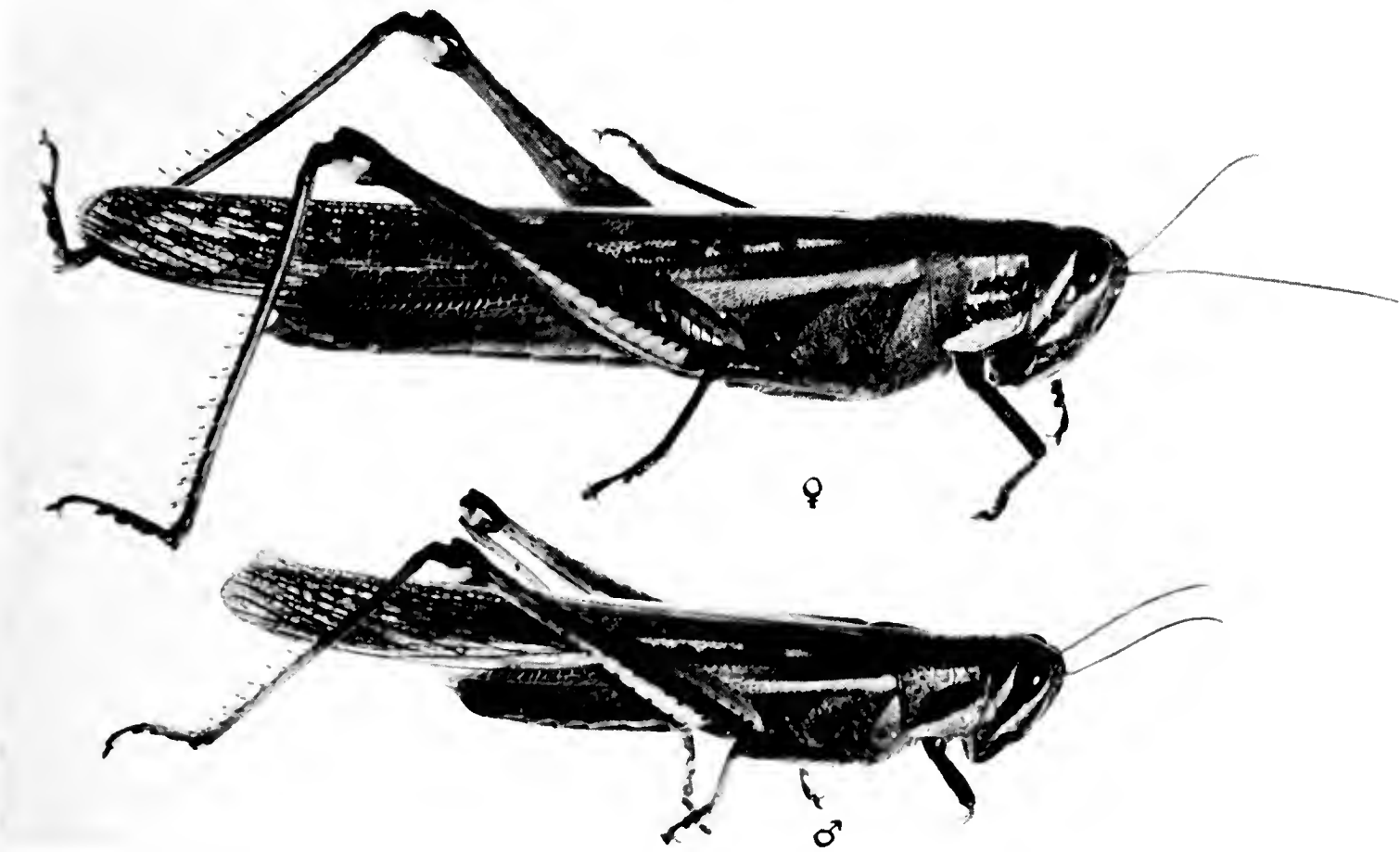


Fig. 1. Langosta palida, *Schistocerca pallens* Thunbg.



I. HARPAZ and Z. BERNSTEIN: Occurrence of the Bud mite strain of *Eriophyes vitis* (Pgst.) in the Old World and the nature of its damage to grape vines



Fig. 1. Bud mite injury to "Reine des Vignes" grape. Left: development of lateral shoot following the killing of the terminal bud. Right: deformed leaves that have developed from a mite-infested bud.

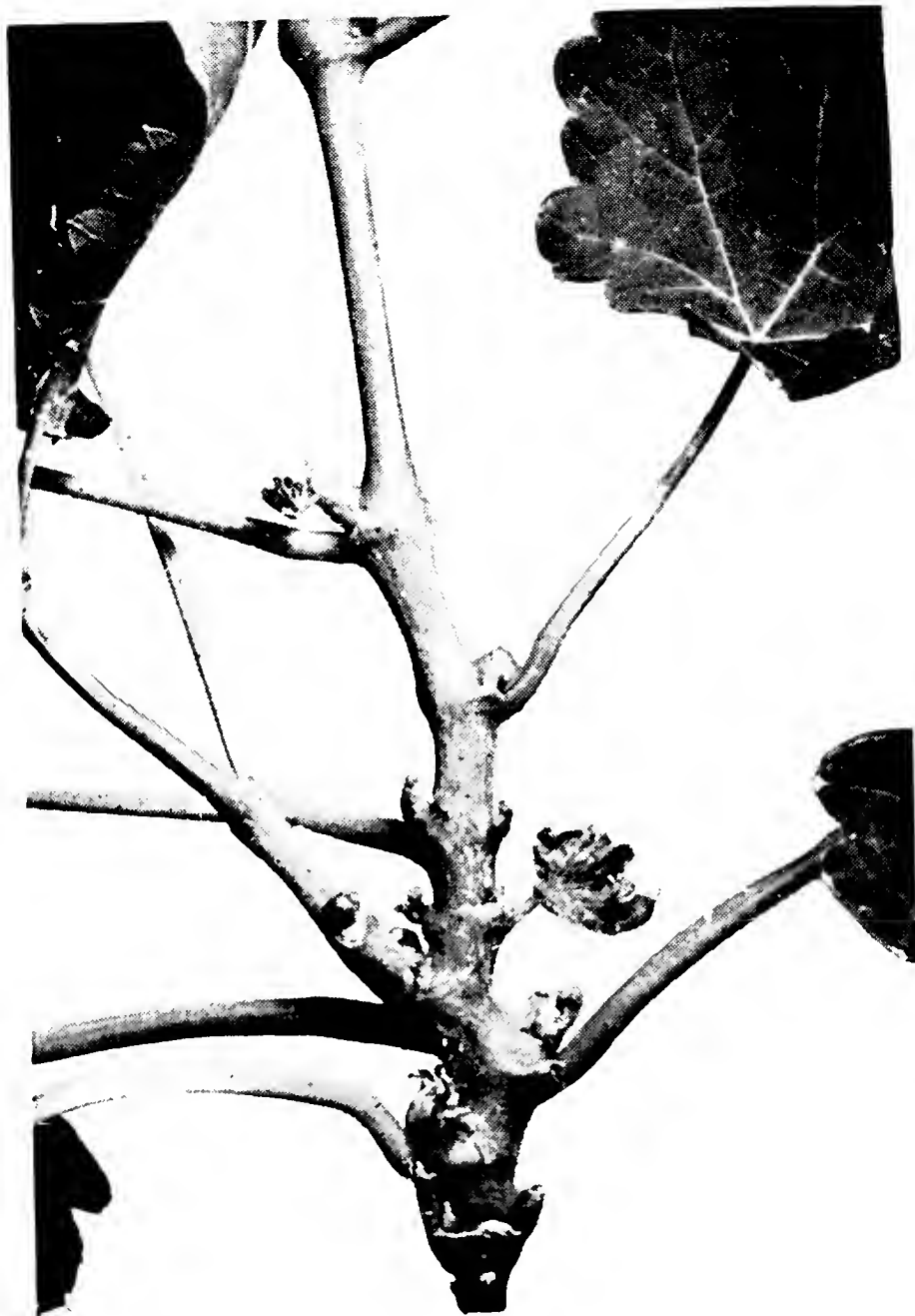


Fig. 2. Bud mite symptoms on "Reine des Vignes" grape. Spring cane showing shortening of basal internodes.

Table 1  
Duration of Pupal period

Temp.	days	No. of Pupae in 3 hatches	Average pupal period
30°C	12—18	150	14.6
26°C	15—20	150	17.5
21°C	32—41	120	35
18°C	35—46	75	39

Our material which was identified by the British Museum (Nat. Hist.) London seems typical and agrees with the description given by Hendel (1927) (7). The extent of the white coloration on the thorax seems to be variable. Bezzi's original description (1910 & 1913) however as quoted by Janjua (8) is incomplete and omits to mention the presence of white coloration on the thorax and of the yellow bands on the wings.

Life Cycle

The first flies appear about the middle of May or in early June when the melons begin to flower. The shortest duration of a generation observed was 28 days for the first and second generations in June and July. There are four generations, which overlap in part, between June and October. The percentage of pupae entering diapause increases in the latter generations as follows:

Table 2  
Hibernating pupae and emergence of the adults

Temperature	Gene- ration	Date	No. of pupae observed	No. of pupae hibernating	Percen- tage	Pupation period
26—28°C	I	July 1959	1475	25	1.7 %	10—10.5 months
26—28°C	II	July 1959	1780	90	5 %	10—10.5 months
25—28°C	III	August 1959	1082	185	17 %	11—12 months
18°C	III	August 1958	75	75	100 %	13—13.5 months
25—28°C	IV	September 1958	895	650	73 %	11—12 months
21°C	IV	October 1958	75	75	100 %	12—13 months
18°C	IV	October 1958	75	75	100 %	13—14 months

Emergence of adult flies at all temperatures was nearly 90% and the number of dead pupae was almost nil.

REFERENCES

(1) ALKAN, B. (1947): Important Pests of Agriculture in Diyarbakir, Elazig, Tunceli and Malatya. (RAE 38 p. 142). — (2) ANONYM (1939): Dept. of Agric. and Fisheries, P.P.S. Insect Pests of the Cucurbits. Reprint No. 9 Agric. Suppl. Palestine Gazette, pp. 2—3. — (3) ANONYM (1927): Dept. of Agric. Iraq Some of the Commoner Garden Pests of Iraq. Agric. Leaflet No. 16, p. 1—2. — (4) BALARD, E. (1936): Report of the Govt. Entom. for the year 1935/36. Ann. Report Dept. of Agric. & Forests 1936, Jerusalem, pp. 192—103. — (5) BODENHEIMER, F. S. (1930). Die Schädlingsfauna Palästinas, p. 343. — (6) COT-TRELL, G. S. (1953): Major pests of Crops in Afghanistan: A preliminary Note. FAO P. P. Bull. 1, pp. 52—53. — (7) HENDEL, F. (1927): 49. Trypetidae in Lindner, Die Fliegen

der Palaearktischen Region. Schweizerbart, Stuttgart. — (8) JANJUA, N. A. (1954): Biology of the Melon Fly, (*Myiopardalis pardalina* Big. (*Trypetidae*, *Diptera*), in Baluchistan. Indian J. Ent., 16, pp. 227—333. — (9) NAJJAR, Halim (1936): The Melon Fruit Fly, (*Myiopardalis pardalina* Big.) Cir. Insti. rur. Life Nr. East Fdn. Amer. (RAE 24, p. 612). — (10) PARAMONOW, S. J. (1951): Über manche für die Ukraine und die Krim Schädlinge-„Fruchtfliegen“ mit Quarantänebedeutung. (RAE 41, p. 292). — (11) PRINZ, J. (1919): Biology of the Melon Fly, *Carpomyia caucasica* Zeitz. (RAE 7, pp. 347—348). — (12) RAMACHANDRA, Rao, R. S. Y. (1921). A preliminary list of Insect pests of Iraq Dept. of Agric. Iraq Mem. No. 7, pp. 18—19. — (13) Rekasch, V. N. (1930): Studies on the Biology and Control of the Melon Fly *Carpomyia* (*Myiopardalis*) *caucasica* Zeitz (? *M. pardalina* Big.). Bull. Azerbaijan Cent. Agric. Plant Breed. Exp. Sta. No. 9, 33 pp. (RAE 19, p. 370). — (14) ROMANOVA, V. P. (1927): Some Observations on the Melon Fly (*Carpomyia caucasica* Zeitz) in the Northern Caucasus (RAE 16, pp. 294—295). — (15) SCHWEIG, C. (1951): Rare Insects on Garden Crops. In Hebrew, Sifriat Hassadeh Tel Aviv, pp. 34—37. — (16) SHTAKELBERG, A. A. (1928): On the Synonymy of the Melon Fly, *Myiopardalis pardalins* Big. = *caucasica* Zeitz in Russia. Izv. Otd. prikl. Ent. III, No. 2, pp. 273—280. Leningrad (RAE 17, p. 143).

## ALCUNI RECENTI CAMBI NEL COMPLESSO BIOECENOTICO DEGLI INSETTI DELLA CANNA DA ZUCCHERO IN VENEZUELA

P. GUAGLIUMI

Durante l'ottavo Congresso internazionale de Entomologia (1951), H. E. Box illustrò i più importanti e recenti cambiamenti avvenuti fino allora nel complesso degli insetti dannosi alla Canna da zucchero, rilevando, per ciò che riguarda il Venezuela, il valore dei seguenti: *Diatraea* spp. e suoi parassiti; *Castnia licoides* BOISD., *Strategus aloeus* L., *Podischnus agenor* OLIV. *Saccharosydne saccharivora* WESTW. e *Aeneolamia varia* F. Il dinamismo biologico degli insetti, sia dannosi che utili, è palesamente dimostrato dai nuovi sviluppi che si sono verificati in Venezuela durante gli ultimi 10 anni, nell'ambiente della Canna da zucchero, essendo i più importanti i seguenti: La popolazione di *Diatraea* è stata artificialmente ridotta in alcune zone mediante la liberazione massiva e continua di Mosche Amazoniche (*Metagonistylum minense* TNS.), parassiti che distruggono le larve dentro i fusti della canna stessa; *Castnia* non ha aumentato la sua importanza economica nè l'area de distribuzione; *Strategus* non si è trasformato in peste della canna, pur rimanendo tale per le palme da cocco; *Podischnus* si è mantenuto stazionario nella zone già attaccate; *Saccharosydne* sembra stia scomparendo in alcune parti e invadendo altre; *Aeneolamia*, non ostante l'uso intensivo di insetticidi, aumenta annualmente la sua aggressività, l'area invasa e le graminacee que attacca. Inoltre, come probabile conseguenza dell'uso di numerosi insetticidi e diserbanti, altri insetti che prima erano scarsi o sconosciuti, si sono presentati come dannosi, per esempio: *Elasmopalpus lignosellus* ZELL., *Euctheola humilis* BURM., *Compsus serrans* KUSCH.; i mezzi moderni di trasporto e di comunicazione hanno favorito il propagarsi di insetti nocivi in zone finora indenni, esempio: *Diatraea rosa* HEINR., da Tacarigua al confine della Colombia (circa 500 Km. in linea retta); qualche insetto infine si è presentato improvvisamente e poi è scomparso come peste della canna (*Automeris illustris* WLK.); si hanno pure numerosi dati su nuove piante ospiti alternative degli insetti dannosi, mentre per gli insetti utili sono stati segnalati solo pochi cambi di minor importanza.

# LA LANGOSTA PALIDA O AMERICANA (*SCHISTOCERCA PALLENS* THUNBG.) EN VENEZUELA

P. GUAGLIUMI

(Vide tavola IV)

Durante los últimos 80 años han sido señaladas en Venezuela solamente dos grandes invasiones de langosta migratoria: la de los años 1881—1885 y la de los años 1913—1918. — En ambas ocasiones inmensos fueron los estragos que ocasionaron las enormes manadas de insectos cuando cayeron sobre los cultivos, especialmente maíz, caña de azúcar, plátanos y café, o sobre los potreros del Centro y del Oriente del país. — Muchos agricultores recuerdan todavía las nubes de langostas cuando pasaron por el cielo del país, oscureciendo el sol durante varios minutos, empujadas por los vientos y el hambre a la búsqueda de terrenos fértiles donde alimentarse y donde hacer sus posturas. — Las langostas que invadieron entonces a Venezuela pertenecían al género *Schistocerca* y a la especie *paranensis* Burm., o sea eran las bien conocidas « Langostas migratorias sud-americanas », las mismas que hoy día están creando serios problemas en otros países americanos, como Argentina, Brasil, Costa Rica, México, Perú, etc. — Sin embargo, esta misma langosta parece que fuera ausente ahora en Venezuela, así como había casi totalmente desaparecido durante el intervalo de tiempo que transcurrió entre la primera y la segunda invasión.

En Venezuela, aparte de estas dos invasiones, han sido señalado durante los últimos diez años otros brotes de acrídidos de mayor o menor importancia, o sean:

I. La "falsa langosta" *Tropidacris latreillei* PERTY, que cada tres o cuatro años aparece en grandes cantidades, pero en áreas aisladas, llamando la atención por su enorme tamaño, atacando especialmente árboles y arbustos, y ocasionando daños de importancia también a los cultivos cercanos, o sea maíz, caña de azúcar, plátanos, etc.; es estacionaria, y sus brotes se acaban en dos o tres semanas;

II. La "langosta apureña" *Rhammatocerus viatorius* SAUSS., que recientemente (Abril 1958) ha aparecido en las sabanas del Estado Apure como plaga de importancia para los potreros y pastizales de aquella región ganadera. — Esta langosta, hasta entonces casi desconocida y sumamente escasa, ha sido observada por algunos días consecutivos volando en nubes sobre las sabanas y destruyendo parcialmente los pastos y dañando los arbustos donde cayeron, sin alcanzar importancia económica debido a lo extenso de las áreas invadidas; sin embargo, los adultos efectuaron vuelos migratorios de una zona a otra en busca de alimento y de lugares indóneos para sus posturas, mientras que las saltonas ponían negro el terreno en que se criaban. — Después de casi tres años de desarrollo siempre más alarmante, la langosta apureña está ahora desapareciendo, debido a las abundantes lluvias y a otros factores biológicos (aves predatoras, enfermedades) que destruyeron sus poblaciones. —

III. La "langosta pálida" o "americana" *Schistocerca pallens* THUNBG. (fig. 1 y 2), y otra especie que no fué posible identificar, pero que se encuentra a menudo mezclada con esta y a veces con la precedente (posiblemente trátase de la especie *S. impleta* WLK.; y bajo este nombre ha sido citada hasta la fecha), habían aparecido en 1951 en los Médanos de Coro (Falcón) y en Tacarigua (Carabobo), atacando respectivamente pastos de sabana y caña de azúcar, y luego habían sido encontradas abundantemente en la región de Calabozo (Guárico), 1958, 1960; de San Felipe (Yaracuy), 1959, y de Mene Grande (Zulia), 1960. La primera especie, probablemente esparcida por todo el país (ejemplares aislados son frecuentes en los alrededores de Maracay (Aragua), Barquisimeto (Lara), Acarigua y Guanare (Portuguesa), Bejuma y Guacara (Carabobo, etc.), ha llamado recientemente la atención (Junio 1960) por un severo brote que apareció en la región de los Llanos de Monay (Trujillo), y que amenazó de destruir



unas siembras nuevas de caña de azúcar y unas extensas zonas sembradas con hierba Pará (*Panicum purpurascens*), Gamelote (*P. maximum*) y hierba Yaraguá (*Hyparrhenia rufa*). — La abundancia y concentración de un enorme número de estas langostas (se contaron de 20 a 30 saltonas por metro cuadrado en las manchas más afectadas), se verificó en una hacienda ganadera afectando unas 500 Haas. de potreros, que ya habían sufrido notable escasez de lluvia durante los últimos tres años, y se encontraban situados en terrenos arenosos, con pocos árboles, pero delimitados por bosques y por cerros siempre verdes. —



Fig. 2. Mapa de la distribución de plagas y enfermedades en Venezuela.

Estas condiciones ecológicas y climáticas habían favorecido la permanencia y luego la multiplicación anormal de la langosta, en una zona que desde años ha sido lentamente deforestada, y que sufre anualmente vastos incendios. —

En vista del peligro inmediato a los cultivos sobrecitados, se hizo necesario adoptar inmediatamente las medidas más eficaces para destruir el brote y salvar las plantas atacadas. — En la caña de azúcar, tratándose de cultivo valioso, se hicieron aspersiones con un insecticida clorado (BHC) mezclado con un fosforado (Folidol etílico) y se protegieron los tabloncillos con una barrera de insecticida clorado de largo efecto residual (Aldrin); luego, con el fin de afectar lo menos posible el ganado y los animales de corral (que aunque fueran alejados de la zona a tratarse, se podían acercar a ellas) se asperjaron con Toxafeno, otras 200 Haas. de potreros y pastos sembrados, obteniéndose



alta mortalidad de saltonas y adultos ya en las primeras 48 horas, y logrando la destrucción casi total del brote a los 4—5 días después del tratamiento. —

La importancia de este brote de *S. pallens*, aparte la directa amenaza que constituyó para la caña de azúcar y los pastos sembrados, aparece evidente por los siguientes motivos:

a) Por la primera vez, desde 1918, se ha presentado una invasión, aunque limitada, de langostas del género *Schistocerca* en Venezuela;

b) Por la primera vez en Venezuela ha sido necesario combatir la plaga de las langostas con medios químicos, y sobre áreas bastantes extensas;

c) Las condiciones climático-ecológicas de las otras localidades en que fueron hasta ahora encontradas pequeñas poblaciones de esta misma langosta o de la otra especie, *S. impleta*, son muy parecidas a las de los Llanos de Monay, o sea son zonas deforestadas o quemadas, con vegetación arbórea muy reducida y reciente, con suelo arenoso, friable, poco compacto; y con escasez de lluvia que se repite cada algunos años;

d) También existen poblaciones de *S. pallens* é *impleta* en zonas que recientemente han sido adaptadas a monocultivos, como las de Calabozo y de Barinas, y que por esta razón son terrenos favorables a la reproducción y establecimiento de las langostas;

e) Durante el brote de Monay se pudo observar una pequeña migración de langostas, que permanecieron algunos días en unas sabanas muy secas y con terreno muy duro y compacto y luego, probablemente debido a imposibilidad de hacer sus posturas, prendieron vuelo hacía el Oriente, dispersándose en los cerros cercanos. — La nube de langostas en migración o traslación duró en el cielo por varios minutos. —

### Biología

Por lo que se refiere a la biología de *S. pallens* (y con poca diferencia de *S. impleta*), merece recordar, que hasta la fecha se han reconocido dos generaciones anuales de la misma: Una de Verano (Septiembre a Marzo) y la otra de Invierno (Abril a Agosto); pero los límites de ambas generaciones son muy extensos, y ellas están sobrepuestas, de manera que en el campo a veces se consiguen contemporáneamente individuos de casi todos los instares. —

En las crías de laboratorio el largo de los estados vitales de la "langosta pálida" han sido los siguientes:

Desde la cópula a la oviposición: 9 a 30 días;

Desde la postura hasta la salida de las ninfas 25 a 65 días.

### Estados larvales

I-Neolarva o "I mosquita" 7 a 17 días, con un máximo de 36;

II-Larva o "II mosquita" 8 a 15 días, con un máximo de 29;

III-Neoninfa o "I saltona" 7 a 21 días, con un máximo de 23;

IV-Mesoninfa o "II saltona" 8 a 15 días, con un máximo de 32;

V-Teloninfa o "III saltona" 10—25 días, con un máximo de 40.

El mínimo de duración del estado ninfal fué de 45 días, mientras que el máximo superó los 90 días. — Las primeras copulas entre los adultos de la nueva generación se observaron a los 35—45 días. De esta manera el ciclo vital de una generación se puede completar en unos cuatro meses, mientras que, bajo condiciones ambientales

adversas., puede alcanzar más de seis o siete meses y posiblemente puede durar un año, como en la especie *paranensis* de otros países tropicales y neotropicales. —

Por lo que se refiere a plantas de alimentación, se ha observado que las saltonas prediligen a veces hierbas de hojas anchas y succulentas, pero que el mayor perjuicio ha sido observado en las gramíneas que abundan en las sabanas y que sobreviven durante las sequías del verano. — Difícilmente se encuentran adultos y ninfas sobre árboles grandes o en los bosques, donde sin embargo se refugian durante las labores de limpieza de los campos o las quemas de las sabanas. —

### Enemigos naturales

#### a) Parásitos:

De algunos ejemplares recolectados en las sabanas y pastos cerca de Calabozo (Dic. 1958) salieron moscas parasíticas de la especie *Sarcodexia stenodontis* TNS. y *Acridiophaga* prob. *caridei* BRETH. —

De otros lotes coleccionados en las sabanas de la misma localidad se obtubieron pocos ejemplares del nemátodo *Hexamermis* prob. *acridiorum* WEYEMB. —

#### b) Predadores:

Numerosas aves acuáticas, las aves de corral y algunos gavilanes fueron observados alimentándose de estas langostas, sea en su estado de ninfas ("saltonas") que en él de adultos ("voladoras"). —

#### c) Hongos:

*Beauveria* sp., ataca ninfas y adultos, en cantidad mínima, en el campo como en el laboratorio. —

### Conclusion

Estos datos, y los anteriormente acumulados en otras regiones del país durante los últimos pocos años, nos permiten suponer que la "langosta pálida", hasta la fecha sumamente escasa en Venezuela, está pasando lentamente desde su estado de "solitaria" a él de "gregaria"; y aunque no se pueda todavía hablar de "migraciones sensu stricto", sí se puede creer que ya está entrando en la fase de "concentración", favorecida por las nuevas condiciones ecológicas que el Hombre le prepara con las quemas, talas y destrucción de bosques y sabanas, y con los extensos monocultivos que sustituyen el ambiente natural. —

# OCCURRENCE OF THE BUD MITE STRAIN OF *ERIOPHYTES VITIS* (PGST.) IN THE OLD WORLD AND THE NATURE OF ITS DAMAGE TO GRAPE VINES

I. HARPAZ

Hebrew University Faculty of Agriculture, Rehovot, Israel

and Z. BERNSTEIN

Jordan Valley Regional Experiment Commission, Beit Yerah, Israel

Plate V

It is already more than 20 years that grapevine growers in the Jordan Valley of Israel have noticed every year symptoms of abnormal growth, the reason for which could not be ascertained. Only last spring did we succeed in determining the agent causing that injury, which is the Bud mite strain of *Eriophyes vitis* (Pgst.), as described from California by Smith & Stafford (1948). The syndrome of diagnostic symptoms of injury in both countries was found to be in closest agreement. This bud-inhabiting strain is morphologically indistinguishable from the Erineum strain which is the type strain. The latter, however, is known since more than 100 years ago (Pagenstecher, 1857) as the gall mite causing the so-called "Erinose disease" of grape leaves in Europe, the Near East (Bodenheimer, 1930), South Africa (Brain, 1929), Queensland (Smith, 1938), as well as in California. It seems that this is the first record of the occurrence of the grape bud mite in the Old World, though it must be assumed that the entire species of *Eriophyes vitis* (Pgst.), including both strains, has originated in the Mediterranean area, as even in California this mite occurs only on *Vitis vinifera* L. and not on any American grape species (Keifer, 1952). Moreover, the works of Stellwaag (1928) and of Pantanelli (1911) include descriptions of injury which could be now safely attributed to the grape bud mite, though these authors have erroneously ascribed it to the Erineum and other gall mites. More recently, May & Webster (1958) reported the occurrence of the same bud mite strain in Victoria, Australia.

It should, however, be pointed out that the grape bud mite is not to be confused with *Phyllocoptes vitis* Nalepa, which is found on grape leaves in central and southern Europe, causing there what is known as "Court-noué parasite" (Mathys, 1959), or "Kräuselkrankheit" (Stellwaag, 1928). The latter has not yet been found in Israel. Nor should the bud mite strain be confused with the light-amber-coloured Grape rust mite, *Calepitrimerus vitis* (Nal.). This rust mite is known from Europe (Nalepa, 1929) and California (Keifer, 1952) where it occurs on grape leaf surfaces turning them yellow or red according to grape variety (Smith & Stafford, 1955). The rust mite too has not yet been encountered in Israel, though leaf injury symptoms, very reminiscent of those described from California, have been observed here.

The biology of the Bud mite in Israel largely resembles that of California, as carefully studied by Kido & Stafford (1955). The only difference being that the warmer winter of the Jordan Valley (at 200 metres below sea level) enables an activity and reproduction of the mite inside the dormant buds even during that season, thereby increasing the extent of damage.

It is difficult to evaluate the mite damage in the field due to the lack of a satisfactory method of estimation. This has in a way led to the suggestion in California that factors other than the bud mite might be responsible for the "broad diagnostic pattern of symptoms originally set for grape bud mite injury" (Barnes, 1958), viz. the effect of pruning on time of leafing out, or an early-season deficiency of boron, at least on the Mourvèdre grape variety. Our observations in Israel could not bear out this suggestion, and we are inclined to attribute these symptoms, mainly if not wholly to the bud mite. Moreover, the grape variety about which we are most concerned in

the Jordan Valley, namely "Reine des Vignes" belongs to that group of grape varieties in which only the primary growing point of the dormant bud is fruitful and little, or no crop is produced when this point is killed. This failure of fruiting will occur even when any one of the two other growing points of the bud remains unharmed and grows out to an apparently healthy looking shoot. This is the severest type of injury caused by the bud mite, as it is entirely invisible to the grower. Its economic significance greatly exceeds that of all other leaf and shoot abnormalities, which are in most cases repairable by the normal subsequent development of the shoot. A similar situation has been described from Australia regarding the "Waltham Cross", "Ohanez" and "Muscat of Alexandria" varieties (May & Webster, 1958).

The extent of destruction of the fruitful growing point depends on the depth of penetration of the mites into the dormant bud. Our field counts revealed that as early as in September 50% of the buds are already invaded by mites that have reached the centre and are likely to kill off the primary growing point. The total drop in fruit yield therefore depends on the number of buds thus affected. It may be claimed that in quite a number of instances the constant decline in the yield, due to the progress of the bud mite infestation, has rendered the growing of "Reine des Vignes" variety unprofitable in that region. Other grape varieties found to be infested were: Alphonse Lavallée, Panse, Chasselas doré and Perlette (a new Californian variety), whereas Perle de Csaba and Madelaine were infested to a considerably smaller extent. It seems that varieties with smoother leaves are preferred by this mite.

A predaceous mite of the *Phytoseiidae* family was observed to be preying on the bud mite colonies. It has been identified by Mme. C. Athias of Algiers as belonging to the *Typhlodromus tiliae* Oudemans complex. This complex is now being worked out by the above-mentioned author and will be duly broken up to about half a dozen distinct species. At any rate, this predator is greatly handicapped by its inability to penetrate deep inside the buds. It can therefore attack only those bud mites that are found on the outer bud scales, or those that have remained inside shrunken dead buds. Although those predators are of presumably little importance they should still be given due consideration when planning a pest control programme for grape vines, as they might be effective against other noxious mites. Careless elimination of natural enemies through the use of non-selective toxicants might bring about a further increase in the population of the bud mite, which on its own has so far eluded all attempts to control it satisfactorily in the field, whether in California or in Israel.

#### REFERENCES

- BARNES, M. M. 1958: Relationships among pruning time response, symptoms attributed to grape bud mite and temporary early season boron deficiency in grapes. *Hilgardia*, 28 (7): 193—226. — BODENHEIMER, F. S. 1930: Die Schädlingfauna Palästinas. Paul Parey, Berlin, pp. 259—260. — BRAIN, C. K. 1929. Insect pests and their control in South Africa. Die Nasionale Pers Beperk, Cape Town, 466 pp. — KEIFER, H. H. 1952: The Eriophyid mites of California. Bulletin of the California Insect Survey, 2 (1): 1—128. — KIDO, HIROSHI and STAFFORD, E. M. 1955: The biology of the grape bud mite *Eriophyes vitis* (Pgst.). *Hilgardia*, 24 (6): 119—142. — MATHYS, G. 1959: L'acariose ou Court-noué parasite de la vigne (*Phyllocoptes vitis* Nal.). *Rev. romande Agric. Vitic. Arboric.*, 15 (2): 21—23. — MAY, P. and WEBSTER, W. J. 1958: The Bud strain of *Eriophyes vitis* (Pgst.) in Australia. *J. Aust. Inst. Agr. Sci.*, 24: 163—165. — NALEPA, A. 1929: Neuer Katalog der bisher beschriebenen Gallmilben, ihrer Gallen und Wirtspflanzen. *Marcellia*, 25: 67—183. — PAGEN-STECHER, H. A. 1857: Über Milben, besonders die Gattung *Phytoptus*. *Verh. naturh.-med. Ver. Heidelb.*, 1: 48. — PANTANELLI, E. 1911: L'acariosi delle vite. *Marcellia*, 10: 133—160. — SMITH, J. H. 1938: Pests of the grape vine. *Queensland Agr. J.*, 50 (6): 700—707. — SMITH, L. M. and STAFFORD, E. M. 1948: The bud mite and erineum mite of grapes. *Hilgardia*, 18 (7): 317—334. — SMITH, L. M. and STAFFORD, E. M. 1955: Grape pest in California. *Calif. Agr. Ext. Serv. Circ.* 445, 62 pp. — STELLWAAG, F. 1928: Die Weinbauinsekten der Kulturländer. Paul Parey, Berlin pp. 827—855.



# THE EFFECT OF PLANT NUTRITION ON THE FECUNDITY AND SUSCEPTIBILITY TO MALATHION OF TWO STRAINS OF TWO-SPOTTED SPIDER MITE<sup>1</sup>

T. J. HENNEBERRY and FLOYD F. SMITH

Phytophagous mites have been reported by several investigators to be affected by changes in the host plant induced through mineral element nutrition. Increases in mite populations following the introduction of different levels of plant nutrients have been attributed to a greater availability of those nutrients essential to the development of the mites. Thompson (1939) reported increased populations of the rust mite, *Eriophyes oleivorus* (Ashm.), after copper sprays had been applied to citrus trees. Populations of the citrus red mite, *Paratetranychus citri* (McG.), increased on lemon trees after using sprays containing zinc sulfate, copper sulfate, and hydrated lime or zinc sulfate and soda ash (Holloway et al. 1942). Kuenen (1949), Kuenen and Post (1958), and Breukel and Post (1959) reported higher egg production of the European red mite (*Metatetranychus ulmi* [Koch]) in well kept apple orchards. Increased populations of the same mite occurred after pruning and nitrogen fertilization of neglected orchards.

Increased populations of the two-spotted spider mite (*Tetranychus telarius* [L]) have also been associated with increased plant fertilization (Garman and Kennedy 1949, Rodriguez and Neiswander 1949, Rodriguez 1951, Le Roux 1954, and Hamstead and Gould 1957).

The present paper is a report of studies conducted at Beltsville, Maryland, to determine the effect of plant nutrition on the fecundity and susceptibility to malathion of two strains of the two-spotted spider mite.

## Methods and Materials

Individual lima bean seedlings were grown in quartz sand in  $\frac{1}{2}$ -gallon glazed clay crocks. Applications of 250 ml. of solutions containing each nutrient at the appropriate concentration were made on the first day after potting, and twice a week thereafter for the duration of the test. Like amounts of distilled water were applied on the days when the seedlings received no nutrient solution.

Stock solutions of the following mineral salts were prepared: (1) 0.5 M ammonium sulfate, (2) 0.5 M calcium nitrate, (3) 0.2 M potassium dihydrogen phosphate, (4) 0.1 M potassium sulfate, (5) 0.2 M sodium acid phosphate, (6) 0.5 M calcium chloride, and (7) M magnesium sulfate containing 0.0485 M boric acid, 0.0211 M zinc sulfate 0.001 M copper sulfate, 0.0359 M ferrous sulfate, 0.0182 M manganese chloride, plus 3 ml. of sulfuric acid per liter. The stock solutions were diluted and applied to the plants to provide different nutritional levels of nitrogen, phosphorus, and potassium.

The treatments were factorially arranged in 4—6 replications with three concentrations of nitrogen (28, 140 and 280 p.p.m.), phosphorus (6.2, 62 and 124 p.p.m.), and potassium (7.8, 78 and 156 p.p.m.).

Two strains of the two-spotted spider mite, *Tetranychus telarius* (L), were used as test organisms; one was designated nonresistant and the second, resistant to phosphate acaricides (Taylor and Smith 1956). These mites were indistinguishable morphologically, but when reared on lima bean plants growing in soil mixed with compost, the nonresistant mites produced more eggs per female and were more susceptible to malathion than the resistant mites (Lehr and Smith 1957).

The effect of plant treatment on the fecundity of mites was determined by the "leaf-disc" method. Approximately 3 weeks after the plants had been infested with a given number of mites, a random sample of five leaf discs  $\frac{9}{16}$ " in diameter was taken from each plant. The total number of living mite forms was recorded.

The effect of host nutrition on susceptibility was determined by the following procedure: Mite-infested leaves from the experimental plants were pinned on cotyledon leaves of bean seedlings set in 150-ml. bottles filled with water. The petiole of each seedling leaf was banded with lanolin to keep mites from wandering off the plants, and the neck of each bottle was smeared with a sticky barrier (Deadline) to prevent contamination by mites from other sources. In approximately 2 hours 100—150 adult female mites had transferred to the seedling leaves.

The seedlings with resistant or nonresistant mites were then dipped in solutions containing 1000 p.p.m. or 5 p.p.m. respectively, of actual malathion, which gave 30—70% kill. After 24 hours living and dead adult female mites were counted. The dosage-mortality responses of mites from plants supplied the nutrient solutions which gave the maximum and minimum responses to malathion were determined for each strain and also for the respective parent colonies. The LD-50's were calculated by the method of Finney (1952).

<sup>1</sup> This paper is based on some of the results submitted by the senior author to the faculty of the Graduate School of the University of Maryland in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in 1960.



### Results—Fecundity

The effects of variations in nitrogen supply on fecundity of the two mite strains are shown in figure 1. Resistant mite populations on host plants supplied the intermediate or high levels of nitrogen were more than double the populations on host plants supplied the low level. No significant difference was evident between populations on plants supplied the highest and intermediate nitrogen levels. Nonresistant spider mite populations on plants supplied the high and intermediate levels of nitrogen were, respectively, 80 and 60 times greater than the populations of mites on plants supplied the low level.

A depression of nonresistant mite populations occurred in plants supplied the high level of potassium. Mite populations were about 34% higher on plants supplied the low level of potassium and 22% higher on plants supplied the intermediate level.

### Susceptibility to Malathion

Mites of the resistant strain from plants supplied the low level of nitrogen were less susceptible to malathion than mites from plants supplied either the intermediate or high levels of nitrogen (figure 2).

Mites most susceptible to malathion were those cultured on plants supplied intermediate nitrogen, low phosphorus, and high potassium. Mites least susceptible to malathion were those from plants supplied low nitrogen, intermediate phosphorus, and intermediate potassium.

The malathion dosage-mortality responses of mites from plants supplied these nutrient solutions and the parent colony are shown in table 1. The median lethal dosage of malathion to mites from the colony was about 2.1 times greater than that to mites cultured on plants supplied intermediate nitrogen, low phosphorus, and high potassium and about 1.4 times as great as that to mites from plants supplied low nitrogen, intermediate phosphorus and intermediate potassium. The median lethal

Table 1

Malathion LD-50 of two-spotted spider mites from the parent colony and plants supplied various levels of nutrients

Mite Source	LD-50 (p.p.m.)	95 % Confidence Limits (p.p.m.)	Slope
Resistant mites			
Parent colony .....	1015	985—1045	1.652
Plants supplied with—			
Low nitrogen, intermediate phosphorus and potassium .....	718	711—725	1.619
Intermediate nitrogen, low phosphorus and high potassium .....	474	404—544	0.616
Nonresistant mites			
Parent colony .....	43	38—48	2.060
Plants supplied with—			
Intermediate nitrogen, low phosphorus and potassium .....	13	11—15	0.709
Intermediate nitrogen, high phosphorus and low potassium .....	30	29—31	1.477

Figure 1. Effects of nitrogen supply on fecundity of two mite strains demonstrated by the mean number of mites per 5-leaf-disc sample of resistant and nonresistant mites from plants supplied low, intermediate, and high levels of nitrogen. (Points shown are more of main effect of nitrogen with all combinations of phosphorus and potassium.)

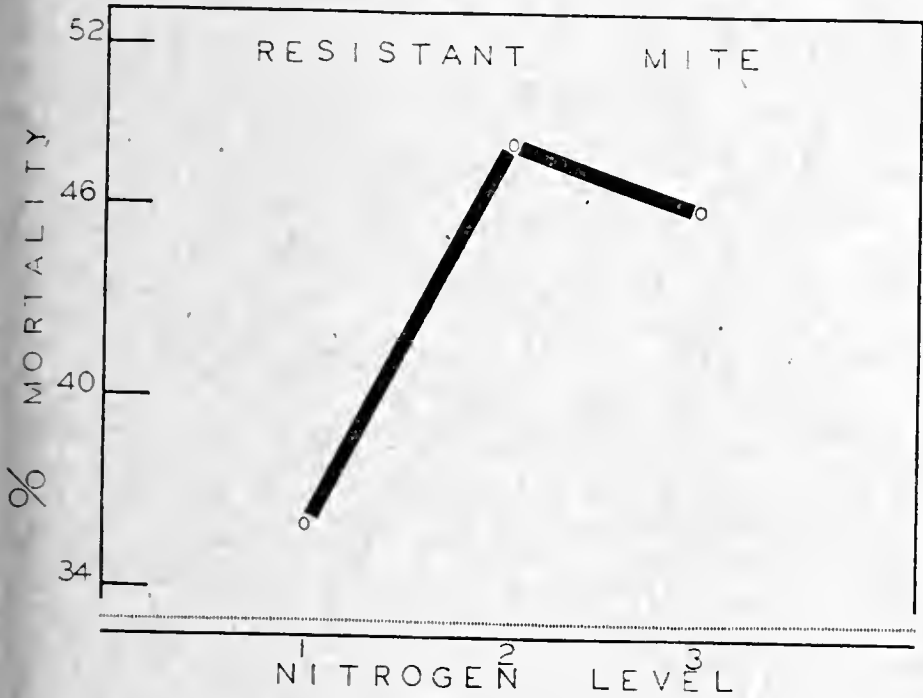
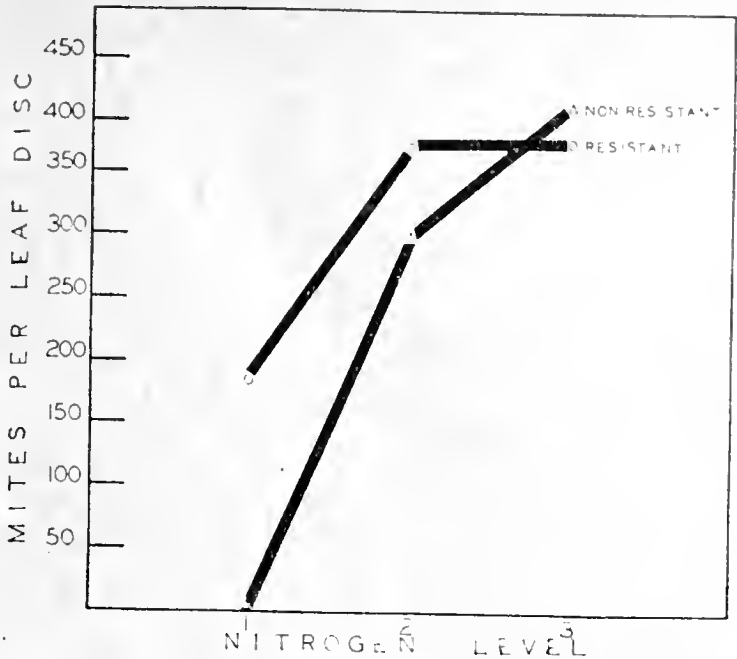


Figure 2. Susceptibility to malathion demonstrated by mortality of resistant spider mites on plants supplied low, intermediate, and high levels of nitrogen. (Points shown are the means of the main effect of nitrogen with all combinations of phosphorus and potassium.)

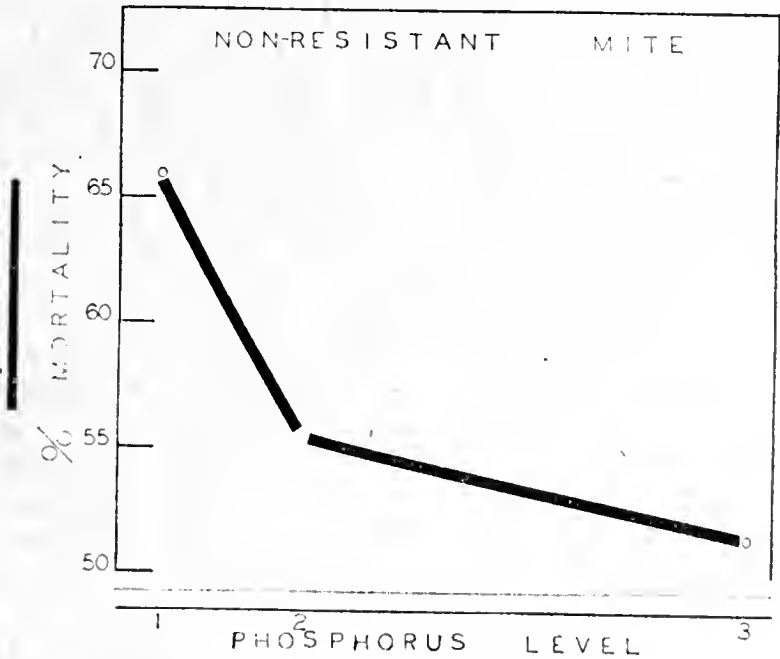


Figure 3. Susceptibility to malathion demonstrated by mortality of nonresistant mites from plants supplied low, intermediate, and high phosphorus levels. (Points shown are means of phosphorus with all combinations of nitrogen and potassium.)

dosage of malathion to mites from plants supplied low nitrogen, intermediate phosphorus, and intermediate potassium was approximately 1.5 times greater than that to mites from plants supplied intermediate nitrogen, low phosphorus, and high potassium.

The failure of the nonresistant mite strain to subsist on plants supplied the low nitrogen level has been discussed (figure 1). To investigate the effects of nitrogen, phosphorus, and potassium plant nutrition on susceptibility to malathion of the non-resistant strain it was necessary to increase the supply of plant nutrients. The concentrations of mineral elements were as follows: nitrogen, 49, 196, 784 p. p. m.; phosphorus, 6.2, 62, 248 p. p. m.; and potassium, 78 and 312 p. p. m.

The results are shown in figure 3. Nonresistant mites from plants supplied the low level of phosphorus were more susceptible to malathion than mites from plants supplied the intermediate and high levels.

The greatest response in susceptibility occurred when the phosphorus supply was varied with the intermediate level of nitrogen and low potassium. Nonresistant mites were most susceptible to malathion on plants supplied intermediate nitrogen, low phosphorus, and low potassium. Mites of this strain were least susceptible to malathion on plants supplied intermediate nitrogen, high phosphorus, and low potassium.

The malathion dosage-mortality responses of mites from plants supplied these nutrient solutions and the parent nonresistant colony were determined (table 1). The median lethal dosage of malathion to mites from the nonresistant colony was approximately 3.3 times greater than that to mites from plants supplied intermediate nitrogen, low phosphorus, and potassium and 1.4 times greater than that to mites from plants supplied intermediate nitrogen, high phosphorus, and low potassium. The median lethal dosage of malathion to mites from plants supplied intermediate nitrogen, high phosphorus, and low potassium was approximately 2.3 times greater than that to mites from plants supplied intermediate nitrogen, low phosphorus, and low potassium.

The two strains of two-spotted spider mites produced more progeny on plants when the nitrogen supply was increased. Rodriguez (1957), LeRoux (1954), and Hamstead and Gould (1957) reported similar results. Rodriguez (1951), however, found mite reproduction negatively correlated to increased nitrogen absorption in tomato plants.

The interpretation of data obtained as a result of arthropods feeding on plant tissues greatly altered through differential nutrient supply is difficult. Friend (1958) has cautioned against the interpretation of such results based solely on the supply of inorganic salts to the host plant. Steinberg (1951) has summarized the literature pertaining to correlations between protein and carbohydrate metabolism and mineral deficiencies in plants. Since the greatest response of arthropods is evident in this mineral deficiency area, the need for consideration of such organic changes in plant tissues is evident.

A variable mineral element supply may also result in differences in cell morphology and organic constituents of plant tissue (Lutman 1934, Meyer and Anderson 1955). The relationship of these differences in cell morphology and a physical resistance of the cell to penetration by mites and insects prior to feeding has not been investigated but may be important.

In the present study, two strains of spider mites reared on bean plants supplied different levels of nutrients were found to vary in their susceptibility to malathion. These results lend further support to the existing evidence that host nutrition has an effect on susceptibility to pesticides.

Research related to the effect of host plant nutrition on susceptibility of insects and mites to pesticides is lacking. However, some evidence is available that relationships do exist. Aphids from clover have been reported more resistant to rotenone than aphids from broad bean (Potter and Gillham 1957). Swingle (1939) reported southern armyworm larvae (*Prodenia eridania* [Cram.]) more resistant to lead arsenate when they were fed on different host plants.

Hoskins and Gordon (1956) in a recent review recognized the heterogeneous nature of response to a toxicant by insects. Insects surviving exposure to certain diverse stresses have altered ability to withstand many other kinds of stress. With spider mites the condition of the host plant may induce such stress and account for differences in tolerance to an acaricide.

The resistant and non resistant mites demonstrated widely different responses in their susceptibility to malathion. This difference has been shown to be a dominant heritable characteristic, probably involving a simple factor (Taylor and Smith 1956). The differences in susceptibility to an acaricide owing to the effect of plant nutrition do not approach the levels of inheritable resistance between these strains. However, variations in susceptibility due to the effect of plant nutrition were evident in both strains and may be of some importance when comparisons are made between other strains of mites with less widely separated levels of heritable resistance.

#### LITERATURE CITED

- BREUKEL, L. M. and A. POST (1959): The influence of manurial treatment of orchards on the population density of *Metatetranychus ulmi* (Koch) (*Acari; Tetranychidae*). Ent. Expt. et Appl. 2: 38—47. — FINNEY, D. J. (1952): Probit analysis. Cambridge University Press, 318 pp. — FRIEND, W. G. (1958): Nutritional requirements of phytophagous insects. Ann. Rev. Ent. 3: 57—74. — GARMAN, P. and B. H. KENNEDY (1949): Effect of soil fertilization on the rate of reproduction of the two-spotted spider mite. Jour. Econ. Ent. 42: 157. — HAMSTEAD, E. O. and E. GOULD (1957): Relation of mite populations to seasonal nitrogen levels in apple orchards. Jour. Econ. Ent. 50: 109—110. — HOLLOWAY, J. R., C. F. HENDERSON and H. V. MCBURNIE (1942): Population increases of citrus mite associated with the use of sprays containing inert granular residues. Jour. Econ. Ent. 35: 348—350. — HOSKINS, W. M. and H. T. GORDON (1956): Arthropod resistance to chemicals. Ann. Rev. Ent. 1: 89—122. — KUENEN, D. J. (1949): The fruit tree red spider mite *Metatetranychus ulmi* Koch. (*Tetranychidae, Acari*) and its relation to its host plant. Tijdschr. Ent. 91: 83—102. — KUENEN, D. J. and A. POST (1958): Influence of treatments on predators and other limiting factors of *Metatetranychus ulmi* (Koch). Proc. Xth Internatl. Congr. Ent. Montreal 4: 611—615. — LEHR, R. and F. F. SMITH (1957): The reproductive capacity of three strains of the two-spotted spider mite complex. Jour. Econ. Ent. 50: 634—6. — LEROUX, E. J. (1954): Effects of various levels of nitrogen, phosphorus and potassium in nutrient solution, on the fecundity of the two-spotted spider mite, *Tetranychus bimaculatus* Harvey (*Acarina: Tetranychus*), reared on cucumber. Canadian Jour. Agric. Sci. 34: 145—151. — LUTMAN, B. F. (1934): Cell size and structure in plants as affected by various inorganic elements. Vermont Agric. Expt. Sta. Bull. 383, 54 pp. — MEYER, B. S. and D. B. ANDERSON (1955): Plant Physiology. D. Van Nostrand Company, Inc., New York, 784 pp. — POTTER, C. and E. M. GILLHAM (1957): Effect of host-plant on the resistance of *Acyrtosiphum pisum* (Harris) to insecticides. Bull. Ent. Res. 48: 317—22. — RODRIGUEZ, J. G. and R. B. NEISWANDER (1949): The effect of soil soluble salt and cultural practices on mite populations on hothouse tomatoes. Jour. Econ. Ent. 42: 56—59. — RODRIGUEZ, J. G. (1951): Mineral nutrition of the two-spotted spider, *Tetranychus bimaculatus* Harvey. Ann. Ent. Soc. America 44: 511—526. — RODRIGUEZ, J. G. (1958): The comparative NPK nutrition of *Panonychus ulmi* (Koch) and *Tetranychus telarius* (L.) on apple trees. Jour. Econ. Ent. 51: 369—73. — STEINBERG, R. A. (1951): Correlations between protein-carbohydrate metabolism and mineral deficiencies in plants. Pp. 359—86 in Mineral Nutrition of Plants, edited by E. Truog. Univ. Wisconsin Press. — SWINGLE, M. C. (1939): The effect of previous diet on the toxic action of lead arsenate to a leaf-feeding insect. Jour. Econ. Ent. 32: 884. — TAYLOR, E. A. and F. F. SMITH (1956): Transmission of resistance between strains of two-spotted spider mites. Jour. Econ. Ent. 49: 858—9. — THOMPSON, W. L. (1939): Cultural practices and their influence upon citrus pests. Jour. Econ. Ent. 32: 782—789.



# RESISTANCE OF CORN (*ZEA MAYS* L.) TO INJURY BY EUROPEAN CORN BORER (*PYRAUSTA NUBILALIS* HBN.) IN MINNESOTA

F. G. HOLDAWAY and E. H. RINKE

Manuskript nicht eingelangt.

## ABSTRACT

A program of breeding corn for resistance to larval feeding by European corn borer in Minnesota is described. Resistant parent plant material has been obtained from three sources, the open-pollinated variety Hickory King from Kentucky, the in-bred line L317 developed from the open-pollinated line Lancaster in Iowa and Maize Amargo from South America.

Particular attention is given to a cross between the resistant long season in-bred L317 and the susceptible short season in-bred A344. Inbred lines A293 and A295 obtained by a program of inbreeding and selection for six generations possessed agronomic characters of the susceptible parent and resistance characters of the resistant parent.

Evidence from survival and rate of development, indicates that the kind of resistance studied is an antibiosis type.

Evaluation of resistance to larval feeding is made by means of a visual rating of the amount of leaf injury. The injury evident on the expanded leaves was made by young corn borer larvae when the leaves were immature. Evidence obtained from field studies indicates that the injury which adversely affects the development of the corn plant is made by young larvae feeding on the developing leaves before stalk tissue is available. The visual rating for leaf injury thus actually measures a very important aspect of borer injury, and possibly one of the most important.

Resistant double cross hybrid varieties developed in the program have out yielded susceptible double cross hybrids grown under the same conditions.

# VERSUCHE ZUR VERHINDERUNG DER VOM MAIKÄFER- ENGERLING (*Melolontha vulgaris* F.), DER FRITFLIEGE (*Oscinella frit* L.) UND DEM MAISZÜNSLER (*Pyrausta nubilalis* Hbn.) VERURSACHTEN SCHÄDEN MITTELS RESISTENTER SORTEN

E. HORBER

## Zusammenfassung

Die wichtigsten Futterpflanzenarten weisen in ihrer Anfälligkeit gegenüber dem Engerling des Maikäfers (*Melolontha vulgaris* F.) große Unterschiede auf. Auch innerhalb derselben Arten, wie z. B. dem Rotklee (*Trifolium pratense* L.) oder der Luzerne (*Medicago sativa* L.), können große Unterschiede in ihrer Anfälligkeit festgestellt werden. Dieser Umstand macht es möglich, durch Prüfen eines großen Sortimentes mit Hilfe von Feldversuchen und Labortesten und Selektion der widerstandsfähigsten Typen, resistente Sorten zu züchten. Bei der Luzerne werden Linien vermehrt, die eine ausgesprochene antibiotische Wirkung auf Engerlinge ausüben. Diese macht sich besonders rasch und auffällig bei älteren Pflanzen gegenüber dem ersten Stadium des Engerlings bemerkbar.



Eine große Variabilität wurde sodann in der Anfälligkeit von Sommerhafer und Wintergerste in bezug auf Fritfliegenbefall (*Oscinella frit* L.) beobachtet. An Sommerhafer wurden kombinierte Sorten-Beizversuche unter Anwendung verschiedener, z. T. systemischer Insektizide unternommen. Es zeigte sich, daß die Sortenunterschiede größer waren als zwischen den Parzellen mit behandeltem oder nicht behandeltem Saatgut. Neben dem konventionellen Verfahren der Auslese aus einem bestehenden Sortiment wurden an Gerste die ersten Versuche unternommen, mit Hilfe ionisierender Strahlen Mutanten zu erzeugen, die resistent sind gegen die Fritfliege.

Bei der im Gange befindlichen Umstellung des Maisanbaues von Landsorten auf Hybriden wurde beobachtet, daß die neu eingeführten Hybriden gegenüber dem Maiszünsler (*Pyrausta nubilalis* Hbm.) zum Teil anfälliger sind als die einheimischen Sorten. Die zur Züchtung von Hybriden verwendeten Inzuchtlinien werden deshalb auf ihre Anfälligkeit gegenüber diesem Schädling geprüft. Es wird auch ein Sortiment resistenter Inzuchtlinien amerikanischer Herkunft unterhalten und geprüft.

#### L I T E R A T U R

HORBER, E. (1961, c): Versuche zur Verhinderung der vom Maikäferengerling (*Melolontha vulgaris* F.), von der Fritfliege (*Oscinella frit* L.) und vom Maiszünsler (*Pyrausta nubilalis* Hbn.) verursachten Schäden mittels resistenter Sorten. Landw. Jahrb. Schweiz N. F. 19, 635—69.

## EINIGE NEUE AUSBLICKE AUF DAS FRITFLIEGENPROBLEM IM FRÜHJAHRSHAFER

W. F. JEPSON, T. R. E. SOUTHWOOD and H. F. van EMDEN

Das Studium der Ökologie der Massenvermehrungen von Insekten in Jahresernten folgt gewöhnlich zwei ziemlich deutlich getrennten Linien. Die unterbrochene Fortpflanzungsfolge in der wildwachsenden Wirtspflanze im Feldrain oder der angrenzenden Hecke macht es erforderlich, das Studium anders anzufassen und öfters verschiedene technische Methoden anzuwenden, als wenn die Untersuchungen an der fakultativen Wirtspflanze, inmitten kultivierter Saaten, ausgeführt werden.

Ein gutes Beispiel eines Getreideschädling in den südlichen und mittleren Grafschaften Englands ist die Fritfliege, *Oscinella frit*. Sie hat drei Bruten im Jahre, die sich alle an wildwachsenden Gräsern entwickeln können. Infolge der weiten Auswahl von Wirtspflanzen, die der frei beweglichen Art zur Verfügung stehen, können sich zwei dieser Bruten im Frühjahrshafer entwickeln. In diesem Falle findet eine ungeheure Vermehrung der Fliegen-Bevölkerung statt.

Untersuchungen, die während der letzten zehn Jahre im Imperial College Field Station, Silwood Park, vorgenommen wurden, haben uns ermöglicht, ein gutes Bild der Phänologie und Biologie dieser Fliege in Südengland zu erhalten, einschließlich quantitativer Bevölkerungsschätzungen. Im Spätsommer legt die Fritfliege ihre Eier an wildwachsenden Gräsern ab, besonders an den kürzeren Halmen von *Agrostis*, *Festuca* und *Lolium*. Das während des Winters brachliegende Feld bildet ein ökologisches Vakuum mit höchstens zirka 1 Larve per Quadratmeter, in untergegrabenen Grashalmen, so daß unsere Studien in den umgebenden Feldern fortgeführt werden.

Während des Winters wurden Bohrproben von 13 cm Durchmesser von verschiedensten Arten von Grasland genommen. In einer Serie von solchen Zufallsstichproben in Silwood Park bildeten die Larven von *O. frit* ungefähr 20 Prozent der halmbohren-

den Fliegen, der Rest bestand aus *Oscinella*-Arten, *Opomyza*-Arten, *Cetema* und *Geomyza*. Die Verteilungskurve der Larven von *O. frit* weist auf eine gewisse Klumpung hin (negativ-bionomial-Typus). Die Parameter dieser Verteilung deuten an, daß die Eiablage möglicherweise durch lückenhaften Graswuchs beeinflusst ist. Ein Maximum der Bevölkerung wurde zu dieser Jahreszeit stets dann gefunden, wenn zur Zeit der Eiablage das Gras dicht abgeweidet, niedergetreten oder gemäht worden war. Die Durchschnitts-Dichte der Larvenbevölkerung kann 100 per Quadratmeter erreichen, doch wird diese Zahl um mindestens die Hälfte durch Faktoren der Wintersterblichkeit reduziert. Diese schließen ein: das Absterben von Schossen der Wirtspflanze, Krankheiten, hervorgerufen durch Bakterien oder Protozoen und Insekten-Parasiten, deren Arten in Europa wohlbekannt sind.

Verpuppung findet statt während der ersten warmen Tage des April, wenn die tägliche Durchschnittstemperatur zirka 46° F (7,8° C) erreicht, und das erste allgemeine Schlüpfen der Fliegen fällt, in allen normalen Jahren, in die zweite Maiwoche (7. bis 14. Mai). Die geschlüpften Fliegen zerstreuen sich über ein großes Gebiet, um ihre Eier an Gräsern abzulegen, einschließlich kürzlich gesäten Hafers.

Laßt uns versuchen, der Fliege auf ihrem Wege in die Gräser zu folgen, die dann zurückkehrt, um zum Teil auf das Haferfeld abzuziehen. 99% der halmbohrenden Chloropiden, die wir im Haferfelde antreffen, sind echte *O. frit*. Aber die Untersuchungen im Grasland sind nicht so einfach. Es ist schwierig, die nahe verwandten Arten von *Oscinella* voneinander zu trennen. Die Charakterzüge der Larven sind gut abgegrenzt und schon beschrieben worden (Jepson & Nye 1957). Aber die Imagines der ziemlich zahlreichen Varianten von *O. frit* aus *Arrhenatherum*, eine völlig schwarze Art, und der Variante aus *Anthoxanthum* können nur mit 60% Gewißheit abgetrennt werden durch Vergleichen der Größe, Gestalt und Färbung von Körper und Beinen. Nichtsdestoweniger werden Untersuchungen von Imagines unternommen, gefangen mit Hilfe von Streifnetzen, Saug- und Wasserfallen, und mit Zelt-Fallen bei Nacht. Die Zahl der hierbei erhaltenen Imagines wird verglichen mit der früher erhaltenen Zahl identifizierter Larven aus den Gras-Bohrproben.

Die Anzahl der aus diesen Grasgebieten hervorgegangenen Fliegen ist gewöhnlich geringer als 10 pro m<sup>2</sup>, und an jedem beliebigen Stück Grasland kann man die Fliegen und ihre kurzen hüpfenden Flüge beobachten, häufiger über kurzgemähtem als über langem Gras. Die Hauptperiode der Frühjahrsflüge fällt in die Zeit vom 21. bis 27. Mai und im Juni stirbt die erwachsene Bevölkerung ab, während die zweite Brut Anfang Juli zu schlüpfen beginnt. Die Untersuchung von Gras-Bohrproben während der Juni-Larven-Periode ergibt erstaunlich wenig Larven, und die Bevölkerung der Grasgebiete ist in der Tat geringer als während des Winters. Die aus ihr hervorgehende Fliegengeneration, gemessen während 3 Jahren mit Hilfe von Schlupf-Fallen aus Metall, betrug niemals mehr als 12 pro m<sup>2</sup>. Die folgende dritte Fliegenbrut, die der zahlreichen Rispen-Generation des Haferfeldes entspricht, schlüpft während einer ausgedehnteren Periode, August und Anfang September. Die mit Hilfe dieser Schlupf-Fallen gewonnene Durchschnittszahl ist ungefähr 5 pro m<sup>2</sup>. Wir können nur vermuten, daß die Eiablage aller Generationen der Fliege durch die Beschaffenheit des Graswuchses beeinträchtigt wird. Es ist gewiß, daß im Sommer das Gras in Blüte steht, mit wenig frischen Halmen und viel hartem braunen Gewebe. Diese Beziehungen zu den wildwachsenden Gräsern erfordern neue, mehr ins Einzelne gehende, quantitative Untersuchungen. Solche Studien werden jetzt unternommen, um unser Größtenmaß von solchen niederen Bevölkerungsdichten zu bestätigen.

Laßt uns nun die Hafersaaten zu Anfang Mai betrachten, zur Zeit des Schlüpfens derjenigen Fliegen, die im Grasland überwinterten. Mit Hilfe pyramidenförmiger

Musselinzelte, die in der Nacht über die ruhenden Fliegen gestülpt werden, wurde die Bevölkerungsdichte der eierlegenden Einwanderer auf ein Maximum von 10 pro m<sup>2</sup> an jedem beliebigen Tag zur Zeit der Höchstperiode geschätzt. Beinahe jedesmal wird die Eiablage durch Kälteperioden (unter 50° F) oder windiges Wetter unterbrochen, aber wir glauben, daß der Höhepunkt der Eiablage am jungen Hafer zwischen dem 10. und 16. Mai stattfindet, mit einem zweiten Gipfel zur Zeit der größten Anzahl von Fliegen im Feld, vom 20. bis 27. Mai.

Es ist schwer zu schätzen, wieviele Eier während der gesamten Flugzeit produziert werden, obwohl eine wirksame Methode es uns ermöglicht, Proben von Eiern an Ort und Stelle zu entnehmen. Der dazu benötigte Apparat ist der Cardiff-Proben-Greifer (*Cardiff grab sampler*, Webley 1957), verbunden mit Waschen der Erde mit Hilfe des modifizierten Salt and Hollick-Siebapparates (1924). Das Haferfeld bildet, im Gegensatz zu den wildwachsenden Gräsern, ein gleichförmiges Wohngebiet und, wie erwartet werden kann, geschieht die Eiablage aus Zufall. Die geschätzten Gesamtsummen von Eiern variieren von 100 pro Quadratmeter im Jahre 1958 bis zu 400 pro m<sup>2</sup> im Jahre 1957.

Es wird gut sein, an dieser Stelle darauf hinzuweisen, daß in den ersten beiden Juniwochen eine große Anzahl von Eiern der aasvertilgenden Chloropide *Elachiptera cornuta* (Fallen) vorhanden ist, die sehr leicht mit denen von *O. frit* verwechselt werden können. Diejenigen Fritfliegenlarven, die die Herzblattwelke junger Haferschosse verursachen, erreichten ein Dichte-Minimum von 77 pro Quadratmeter im Jahre 1959, und ein Maximum von 300 pro m<sup>2</sup> im Jahre 1957. Da die Anzahl von Haferpflanzen kaum 350 pro m<sup>2</sup> überschreitet, und da zu dieser Zeit eine typische Pflanze aus einem primären und zwei sekundären Schossen besteht, kann der Anteil der von Herzblattwelke befallenen Schossen 33% erreichen. Dies verursacht ohne Zweifel einen Rückschlag in der Saat und führt zu dem typischen „grasigen“ Aussehen (vergleiche Jepson 1959).

Die Generation aus den jungen Halmen schlüpft Ende Juni in einer Dichte von 30 bis 100 pro m<sup>2</sup>. Dies steht in ausgeprägtem Gegensatz zu der Produktion von 2 bis 12 pro m<sup>2</sup> bei derselben Brut an wildwachsenden Gräsern. Anfang Juli versammelt sich jedoch eine große Anzahl von Fliegen an den Hafer-Rispen, gleichgültig, ob sie sich in den Haferschossen entwickelten oder von außen zugeflogen sind. Eine Schätzung der Imagines zu dieser Jahreszeit mit Hilfe der Zelt-Methode ergibt eine Zahl von 12 bis 100 Fliegen pro m<sup>2</sup> während der Höhezeit. Die außerordentlich aktive Beweglichkeit der Fliegen ist schuld, daß diese täglichen Zahlen möglicherweise nur einen Bruchteil der Gesamtbevölkerung, die ihre Eier an die Rispen ablegt, darstellt. Diese Ansammlung von Fliegen ergibt eine Masseneiablage in den Jahren, in denen die Blütezeit des Hafers mit einer Höchstzahl von *O. frit*-Fliegen zusammenfällt. 1957 zum Beispiel betrug die Zahl der Eier, geschätzt auf Grund der Untersuchung von sorgfältig gepflückten Rispen, 8500 pro m<sup>2</sup>. In den beiden anderen Jahren bewegten sich die Zahlen um 1500 pro m<sup>2</sup>.

Die Sterblichkeit der Eier, und wahrscheinlich auch die der jungen Larven, ist sehr groß. Aber unsere Zahlen deuten an, daß ein hoher Prozentsatz derjenigen Larven, denen es gelungen ist, in einen Haferkeimling einzudringen, zum Verpuppen und zum Schlüpfen gelangt. An täglich genommenen Proben von in einem Musselinbeutel eingeschlossenen Haferrispen haben wir die Zahl der schlüpfenden Fliegen geschätzt. Mit der Zelt-Fallen-Methode können wir schätzen, wieviel von diesen Fliegen die folgende Nacht im Felde bleiben. So finden wir, daß 75% der während eines Tages geschlüpfen Fliegen vom Felde abwandern. (Southwood & Jepson 1960, and Southwood, Jepson and van Emden 1961, in prep. Vorbereitung.) Ununterbrochene Beobach-



tungen im Haferfeld, von der Morgen- bis zur Abenddämmerung, bestätigten dieses Resultat insoweit, als tenerale Fliegen von 6 Uhr bis 10 Uhr morgens gefunden wurden. Nach dieser Zeit flogen sie fort und das Zählen der in den Saaten zurückgebliebenen Fliegen ergab niemals die hohen Zahlen des frühen Morgens. In dieser Weise zerstreut sich die Fliegenbevölkerung der Haferfelder über die Wiesen und Feldraine, und wir nehmen an, daß dies in gleicher Weise geschieht wie bei den Blattläusen — sie werden getragen von aufsteigender warmer Luft und Windströmungen. Die sich ergebende überwinternde Generation erreicht nicht den Durchschnitt von 100 Larven pro m<sup>2</sup>, selbst nicht an geeigneten Gräsern, die in unserem Gebiete aus kurzgeschorenen Rasen von *Agrostis* und *Festuca* bestehen. Deshalb nehmen wir an, daß die Größe der endgültigen Herbstpopulation im Hafer von zwei Faktoren abhängig ist: Erstens, Erfolg der ersten Frühjahrsbrut im Aufsuchen geeigneter Wirtspflanzen, verbunden mit günstigem Wetter für die Entwicklung der die jungen Halme anfallenden Generation; und zweitens, das Zusammenfallen der Juni/Juli-Brut mit der Haferblüte.

Unser gegenwärtiges Programm ist ein zweifaches. Erstens das Studium der Verbreitung der Fritfliege. Wir stellen den Anteil der Verstreuung fest, der auf die verschiedenen Generationen unter verschiedenen Wetterbedingungen fällt. Dies geschieht durch einen Vergleich der Größe der fliegenden Bevölkerung, basiert auf Proben aus Saugfallen, aufgestellt in Bodenhöhe und 10 m hoch, mit derjenigen der Bevölkerung an Hafersaaten und wildwachsenden Gräsern der Nachbarschaft, gemessen mit den Zelten und anderen Methoden. Untersuchungen der Verteilung der fliegenden Bevölkerung an verschiedenen Vegetationstypen werden angestellt, unter Verwendung einer großen Zahl von Wasser-Fallen in Bodenhöhe und  $\frac{3}{4}$  m über dem Grunde, sowie von „Topf-Fallen mit Hafer“.

Zur gleichen Zeit ist eine intensive Untersuchung im Gang über das Benehmen der Fliege an gemähten Rasenstücken von *Agrostis-Holcus*. Das Hauptziel ist, die Sorte Rasen aufzufinden, in der die optimale Vermehrung stattfindet. Wir haben bereits eine ziemlich gute Kenntnis über die Verteilung der Fliegen an den verschiedenen Grasarten. *Agrostis* ist die häufigste und „vorgezogene“ Wirtspflanze, aber die vorläufige Klassifikation der Rasenstücke in Bezug auf ihren Wert als Wirt für *O. frit* ist zeitweilig nach drei Merkmalen aufgestellt worden, die zur Zeit des Höhepunktes der Eiablage gegenwärtig sind, nämlich a) Die Länge der Halme, b) Der Durchmesser der Halme, c) Der Prozentsatz kahlen Erdbodens. So wird der Zustand des Rasens willkürlich in 3 Grade eingeteilt. Diese erstrecken sich von beinahe kahlen Flecken, hervorgerufen durch Sommerdürre, zu dem üppigeren Wachstum der Bodensenken oder Stellen, die durch die Ablagerung tierischen Düngers begünstigt werden. Die nächste Aufgabe ist, diese Gradeinteilung mit den Beobachtungen über die Gruppierung der Larven in Übereinstimmung zu bringen und zu untersuchen, welche klimatischen und landwirtschaftlichen Faktoren für die Hervorbringung dieser Grade verantwortlich sind.

Es besteht die Hoffnung, daß, sobald die Produktivität eines gegebenen Rasenstückes vorausgesagt und die Art und der Umfang der Zerstreung der betreffenden Insekten ausgewertet werden können, ein Beispiel gegeben werden kann, welches die Größe des Anteils zeigt, den fundamentales Studium der Insektenökologie haben kann, wenn es sich darum handelt, den Verlauf eines Schädlingsbefalles im Saatfeld zu erklären.

# THE RELATION OF UNITED STATES INSECT CONTROL ACTIVITIES TO HIGH QUALITY EXPORT PRODUCTS

M. P. JONES

For many years, emissaries from all parts of the world have been coming to the US Department of Agriculture for help with their insect problems: They have told me on many occasions that the destruction of food by insect pests accounts for hunger and poverty in many areas.

Yet through effective insect control, many countries, including the United States, have an abundant supply of wholesome food of the highest quality. Maintaining and elevating the quality of foods require constant attention, and part of that attention must be directed to insect control.

Federal and State Governments and educational institutions in the United States have developed many of the answers to problems of insect control. Some of these are: quarantines, research, regulations, education, surveys, control operations, and inspection service.

The chemical industry makes important contributions to research and development of pesticides, and equipment manufacturers engineer the equipment to apply them. They assist also in education of farmers in the use of chemicals and equipment.

Since papers on research and control are to be given during the Congress, they will be referred to only briefly in this paper to show how all approaches to pest problems dovetail into a well-rounded program.

## Quarantines

To prevent the introduction of plant pests that are not present or are not widespread in the United States, Federal quarantines are enforced. Plant quarantine inspectors stationed at major air, ocean, and border ports of entry, working in cooperation with customs, examine incoming aircraft, vessels, automobiles, trains, passengers' baggage, mail, and express for unauthorized plant material. They also inspect imported plants and plant products and require fumigation or other treatment when necessary to free them from pests. During the course of a year as many as 30,000 lots of undesirable pests have been prevented from entering the country by our Plant Quarantine inspectors. These men also inspect and certify agricultural products exported from the United States to meet the plant quarantine requirements of the importing countries.

Domestic plant quarantines are invoked against native pests or established introduced pests. The quarantines are of two types—Federal and State. In the absence of a Federal quarantine, the States are at liberty to promulgate quarantines. Federal domestic plant quarantines are limited to plant pests not widely distributed throughout our country. Working in cooperation with State officials, Federal inspectors are stationed throughout areas regulated by quarantine. They conduct inspections to determine distribution of the pests concerned and work with shippers and carriers to insure that host products and transport facilities are free of the pests, or are so treated as to destroy them. Certification as to freedom from pests or that approved treatments have been applied is required for interstate movement of products regulated. Quarantines regulate the movement of air, rail, highway, and internal and intercoastal water transport facilities, as well as soil, crops, stored products, forest products, farm machinery and equipment and other items which may be infested.

## Research

To support our plant pest quarantines and our insect control operations, we maintain a continuing program of research. Nearly 16 million dollars a year are now being spent by the US Department of Agriculture and the 50 States Agricultural Experiment Stations for research work in entomology. The enormous amount of research required to develop practical control measures for some 10,000 species of



insects on about 1,000 species of plants and animals under a wide range of climatic conditions is a gigantic task.

Our laws prohibit insects or insect fragments in processed foods make insect control mandatory in many instances. This fact, along with the importance of insect control for efficient production, has forced the American farmer to apply known control measures and request that better ones be developed. During the past three decades, the use of chemical insecticides flourished.

When research has discovered promising pesticides, they cannot be distributed in interstate commerce or sold generally without complying with certain State and Federal legal requirements.

### Legal Control

The United States Federal laws controlling pesticides and their residues on food crops are the Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act of 1947 and the Food Drug and Cosmetic Act. All pesticides to be shipped in interstate commerce must be registered with the Department of Agriculture prior to such movement. The directions for the use of the pesticides must be such that any residues left on the food crop will be within safe limits (tolerances), which are established by the Food and Drug Administration. Even when a pesticide leaves no residue on a food crop, and requires no tolerance, it still must be registered.

Registration protects the public both by insuring that directions are adequate to prevent illegal residues and by requiring cautions to safeguard the user.

The Food and Drug Act further protects the public through its provisions authorizing seizure of food which is contaminated through misuse of a pesticide. Similar controls are exerted by State laws in many States.

### Other Methods

Chemicals are the backbone of insect control, but there is a revived interest in measures that will provide a better balance between the use of chemicals and other control practices. Better timing the application of insecticides is being worked out so they will supplement the work of insect parasites and predators. We are developing procedures for using pathogens like fungi, bacteria, nematodes and viruses. Use of attractants with the insecticides has received attention.

Progress has been attained in the further development of systemic insecticides, attractants, and repellents, as well as in the control of insect pests by inducing sterility and subsequently, releasing them in numbers sufficiently great to eliminate the wild population of the pest.

### Recommendations for Use of Insecticides

When research and development have devised control measures, the next step is to formulate recommendations for public use. Blanket recommendations are no longer possible. The many involvements necessitate restricting a recommendation of a particular insecticide for a certain insect on a given host plant or animal in many instances.

Some of the factors taken into account in formulating recommendations are: whether or not the pesticide has been registered, consumer safety from the standpoint of residue, whether intended use will meet the established tolerance for the insecticide on the crop, whether the safety limits of time between the last application and the harvest of the crop or slaughter of the animal will permit satisfactory control, the potential value of the crop to be treated, the effectiveness and cost of one insecti-

cide as against another, and the climatic or other conditions in the area where the insect is to be controlled.

Recommendations are drafted by the US Department of Agriculture and by the State Experiment Stations and Extension Services. Federal recommendations are based on national situations. They are sometimes used by States as prepared by US Department of Agriculture, or incorporated in recommendations prepared in the States. They may also be modified to better meet local situations, especially when research work developed locally shows such changes can be made safely.

### Surveys and Scouting Services

Cooperative Federal-State surveys provide abundance and distribution information on economic pests. The detection of newly introduced pests or the redistribution of known pests is a nationwide voluntary responsibility of all entomologists, particularly those involved in survey operations. Outlook surveys for specific insects to warn farmers of impending danger are conducted annually. All the information is published weekly by the US Department of Agriculture in a report titled, "Cooperative Economic Insect Report". States likewise distribute "Report of Insect Surveys".

Various kinds of scouting services are performed to aid in timing the application of insecticides. Sometimes, the scouting is done by the grower, or by trained laymen employed by the grower, who reports the levels of population of insects to him. In either case, the grower uses the information in deciding when to make application of control measures. In other instances, professionally trained men do the scouting and make complete recommendations to the grower about applying control measures.

### Cooperative Control Operations

Control operations are used in an attempt to eradicate a newly introduced pest or as a suppressive measure against an insect where the benefits from control will extend beyond the infested area at the time of treatment. Certain control programs are organized and conducted cooperatively with the US Department of Agriculture, State Departments of Agriculture, the Extension Service, farmers, and ranchers. Mediterranean fruit fly, Khapra beetle, Japanese beetle, and grasshoppers on range and public lands are attacked in this way.

Control programs under these headings are not to be confused with strictly voluntary control programs conducted by individual farmers on an organized basis as a result of education. Farmers individually deal with insects affecting their stored grain, livestock, cotton, and grasshoppers in cultivated crops.

The drafting of safe and practical recommendations for farmers and others necessitates close cooperation among research, education, and regulatory workers. Representatives of industry often share in this task.

### Education

Many persons and groups share in over-all education, but the Extension Service is the one agency farmers rely on most heavily for guidance. The US Extension Service is recognized as the largest adult educational agency in existence. It is unique in that it is financed and administered by Federal, State, and County Governments. Some 14,700 professionally trained people are in its employ. About 100 of these are in the Federal office, 3,500 in the State offices, and 11,000 in the county offices. In addition to this paid staff, about 1½ million men and women serve as voluntary local leaders. These leaders carry to their neighbors information provided

them by county extension agents. They also present method demonstrations, and conduct result demonstrations on improved practices. The Extension Service also sponsors a farm youth organization known as the 4-H Club. Two and one quarter million boys and girls are enrolled. Almost fifty-seven thousand of these are enrolled in entomology projects. These young people, collect, mount, identify insects, make life history studies conduct surveys to determine the presence and abundance of insects, carry on insect control projects, and assist with educational programs.

To carry out its educational program, the Extension Service prepares bulletins, circulars, charts, motion pictures lantern slides, flannelgraphs, and other visual aids. It uses newspapers, radio, TV, farm, and trade magazines, as well as circular letters. The greatest good is accomplished, however, when the county extension agent discusses the pressing problems with individual farmers or groups of farmers and assists them in conducting demonstrations. During 1959, about 78½ million persons attended almost 3 million meetings held by extension agents and local leaders. Also about 23 million personal contacts were made by the county extension agents in the home, in the office, or by telephone.

Extension workers also cooperate with industrial groups that sell to the farmers, or purchase the products they produce. Such groups include pesticide and application equipment companies, grower-processors, and shipping associations, banks, and other lending agencies. During 1959, county extension agents assisted American farmers and others about 10 million times on problems relating to insect control.

The results of this complex pattern of insect control is reflected in quality of foods for our domestic and foreign markets since the food supplies are from the same source.

### Food Inspection

Many commodities produced and marketed in the United States are regulated under given standards or marketing acts. These are very specific as to commodity, but this condensed version will give an idea of how our standards affect the quality of products that may be exported.

Grain under the US Grain Standard Act, including flaxseed and soybeans have a special grade when infested with live weevils or other insects injurious to stored grains. Infested grain is assigned the special grade "weevily", such as weevily wheat and weevily corn. With slight variation in the nature of infestation, rice and peas are classed as sample grade and beans as weevily beans.

The regulations provide that no inspection shall be made of any grain which is to be loaded into a vessel, vehicle, or other container, if it appears that the enclosure into which grain is to be loaded is in such a condition as to contaminate the grain or affect the grade.

Dried prunes and raisins constitute our major dried fruit exports. The marketing orders regulating these products provide only one minimum standard of quality. This applies to foreign as well as to domestic markets. Marketing orders covering fresh fruits have provisions under which quality or size or both, may also be regulated in export. Of the nuts exported, almonds constitute the greatest volume. In actual practice, the quality of almonds shipped for export is similar to that of almonds shipped for domestic market.

So it is with other commodities. I have tried to show how research in entomology and improved control procedure, coupled with dissemination of information, have raised the quality of food produced in the United States. Exports of these same commodities are affected by these same practices which mean better products for overseas markets.

# BESONDERHEITEN DER REAKTION VON *PYRAUSTA NUBILALIS* HB. UND *CHLORIDEA OBSOLETA* F. AUF VERÄNDERUNGEN DER EXISTENZBEDINGUNGEN IM FEUCHTEN SUBTROPISCHEN GEBIET GEORGIENS (UdSSR)

L. KALANDADSE und I. BATHIASCHWILI

Unter den transzonalen Insektenarten, die stark auf Veränderungen der Existenzbedingungen reagieren, sind *Pyrausta nubilalis* Hb. und *Chloridea obsoleta* F. besonders charakteristisch.

Diese Reaktion äußert sich in erster Linie im zonalen Standortwechsel. Das Prinzip des zonalen Standortwechsels nach Bej-Bienko findet bei diesen Insektenarten in der Veränderung einiger Momente ihrer Biologie seinen Ausdruck.

Im Laufe von Jahren 1956—1957 wurde von uns, gemeinsam mit E. Nebieridse und N. Nadiradse, festgestellt, daß ein bedeutender Teil der Raupen von *Pyrausta nubilalis* Hb. im feuchten subtropischen Gebiet Georgiens die Gänge in oberflächlicher Schicht des Maisstengels machte; man konnte die Raupen an der Blattwurzel, in der Rispe sehen; sie nagten sich in die Hauptader des Blattes, in den Kolbenwipfel, der keine Umhüllungsblätter hat, hinein.

Dabei konnte man eine große Anzahl solcher Raupen auf der Oberfläche des Stengels, der Kolben und Rispen kriechen sehen. In Ostgeorgien aber ließ sich diese Erscheinung zu dieser Zeit nicht beobachten, da die Raupen dort eine gewöhnliche latente Lebensweise führten (Muchraner staatliches Lehrgut).

Diese Erscheinung läßt sich auf eine äußerst erhöhte Luftfeuchtigkeit zurückführen (hohe Niederschläge), besonders in manchen Jahren unter feuchten subtropischen Verhältnissen in der Georgischen Republik (UdSSR).

Unsere Angaben wurden durch Ergebnisse der von A. Dumbadse in Jahren 1958 bis 1959 durchgeführten Versuche bestätigt. Er hat festgestellt, daß solch ein Übergang von der latenten zur offenen Lebensweise bei den Raupen von *Pyrausta nubilalis* auch in Ostgeorgien mit trocknerem Klima beobachtet wird, aber nur, wenn der Mais auf versumpften Ackerflächen angebaut und häufig und übermäßig vegetativ begossen wird. In diesem Fall war die erhöhte Bodenfeuchtigkeit (hohes Prozent der Sättigung des Feuchtigkeitsgehaltes des Bodens) der Hauptgrund zum Übergang der relativ großen Anzahl von Raupen (*Pyrausta nubilalis*) zur offenen Lebensweise.

Also hat der Standortwechsel bei *Pyrausta nubilalis* nicht nur einen Zonalcharakter, sondern ist überhaupt eine regelmäßige Reaktion dieser Art auf Änderungen der Existenzbedingungen.

*Pyrausta nubilalis* zeigte unter den Verhältnissen des feuchten subtropischen Gebietes Georgiens noch eine Besonderheit auf, die das Prinzip des zonalen Standortwechsels nach Bej-Bienko bestätigt. L. Kalandadse und Sch. Pataraja haben noch im Jahre 1934 festgestellt, daß die Raupen dieses Schädling im zweiten und im dritten, teilweise auch im ersten Stadium von den Maispflanzen in junge Triebe der Tee- gewächse, des Zitronen-, Mandarinen-Tungobaumes u. a. übergehen, wobei die Länge der von ihnen gemachten Gänge nur 10 bis 22 mm beträgt. Es hat sich auch dabei herausgestellt, daß die Raupen von *Pyrausta nubilalis* bis zum fünften Stadium in solchen Trieben leben und erst vor der Überwinterung sie verlassen. Im gegebenen Fall kann man diese Erscheinung nur dadurch erklären, daß unter den Verhältnissen des feuchten subtropischen Gebietes Georgiens ein Teil von Raupen dank ihrer offenen Lebensweise leicht auf saftige Tee-, Agrumentriebe usw. übergehen konnte, wenn nun die von *Pyrausta nubilalis* beschädigten Maispflanzen mit den letzten in Berührung kamen.



Bekanntlich ist *Chloridea obsoleta*, ebenso wie *Pyrausta nubilalis*, polyphag und kann bei den entsprechenden Bedingungen auf neue Kulturpflanzen und Unkräuter zwecks Ernährung übergehen. Vieljährige Beobachtungen von E. Miljanowski im feuchten subtropischen Gebiet Georgiens haben gezeigt, daß sich die Raupen dieses Schädlings unter diesen Bedingungen von solchen saftarmen grasartigen Pflanzen gewöhnlich nähren, auf denen sie im trockneren Klima, z. B. in Ostgeorgien und Aserbaidshan nicht vorkommen. So fehlt nach L. Losina-Losinski und M. Issmailov die Frühjahrgeneration von *Chloridea obsoleta* auf Unkräutern in Aserbaidshan; dasselbe konnte man hinsichtlich unserer entsprechenden Angaben für Ostgeorgien behaupten. Die Ursache dieser Erscheinung liegt ausschließlich in der stark erhöhten Luftfeuchtigkeit an der Küste des Schwarzen Meeres, diese Feuchtigkeit veranlaßt die Raupen von *Chloridea obsoleta* zwecks Ernährung auf wenig saftige grasartige Pflanzen überzugehen. Nach den Angaben desselben Autors (E. Miljanowski) findet der Flug der Schmetterlinge von *Chloridea obsoleta* der ersten Generation unter den Verhältnissen des feuchten subtropischen Gebiets Georgiens Ende April und Anfang Mai statt; das Eierablegen erfolgt auf Tabak, Frühmais, auch auf Unkräuter (z. B. *Solanaceae*). Der Flug der zweiten Generation findet im Juli statt, und das Eierablegen erfolgt auf Tabak, Mais, Pfeffer, Tomaten, *Geranium*, Zitroneneukalyptus, *Abelmoschus* usw. Dank des warmen Herbstes und der hohen Luftfeuchtigkeit wird der Flug der dritten Generation im September und im Oktober beobachtet, wobei die Schmetterlinge bis zum Dezember fliegen (möglich, daß die zur vierten fakultativen Generation gehören).

So hat *Chloridea obsoleta* infolge der Veränderungen der Existenzbedingungen im feuchten subtropischen Gebiet Georgiens ihre gewöhnliche Lebensweise stark geändert, weil in den Niederungen Ostgeorgiens dauert der Flug der Schmetterlinge, die sich aus den überwinterten Puppen entwickelten, nach unseren Angaben bis zur zweiten Hälfte Juni, und die Raupen der zweiten Generation trifft man auch im August, die Raupen der dritten Generation kann man im Laufe des Septembers und Oktobers beobachten.

Wie Thulaschwili betont, entwickelten sich die Raupen der ersten Generation (*Chloridea obsoleta*) ausschließlich auf Tabak, aber bis zum Spitzenbruch auf Tabakplantagen. Die Raupen der zweiten Generation nährten sich hauptsächlich auf dem Mais, und die der dritten Generation schon wieder auf dem Tabak, nämlich auf Zusatztrieben der Tabakpflanzen, die gewöhnlich bis zum Spätherbst nicht ausgerodet werden.

## EINFLUSS DER BEKÄMPFUNGSMASSNAHMEN IM APFELBAU AUF DIE POPULATIONSENTWICKLUNG DER OBSTBAUMSPINNMILBE (*METATETRANYCHUS PILOSUS* C. & F.) UND IHRE NATÜRLICHEN FEINDE IN FINNLAND

VEIKKO KANERVO

Der nachteilige Einfluß der Insektizide auf die die Obstbaumspeinnmilbe (*Metatetranychus pilosus* C. & F. oder *M. ulmi* Koch.) zerstörenden natürlichen Feinde und auf die Populationsentwicklung dieser Milbenart ist in verschiedenen Ländern während der letzten Jahre in mehreren Artikeln, Vorträgen und Symposien behandelt worden (Berker 1958, Chapman 1956, Clancy & McAllister 1956, Collier 1952, 1953, Dosse 1956, Hueck 1953, Kuenen 1956, Masec 1954, 1956, Ripper 1956, Schneider 1955, Solomon 1953, Van de Vrie & De Fluiter 1956). Deshalb ist es unnötig, in diesem Zusammenhange den Hintergrund dieser Frage zu erörtern. In Finnland, wo die Obstbaumspeinnmilbe auch einer der nachteiligsten Schädlinge der Apfel-



und Pflaumenpflanzungen ist, ist auf diese Art und ihre natürlichen Feinde schon lange eine besondere Aufmerksamkeit gerichtet worden (Listo, Listo & Kanervo 1939). Nach den letzten Kriegen erhielt die Frage über die Bekämpfung der Art eine neue Anregung dank neuer Insektizide. Diese Umstände sind während mehrerer Jahre (1947—1960) erforscht worden, aber besonders in den Jahren 1954—59.

In Finnland ist bei diesen Untersuchungen festgestellt worden, daß etwa 30 Insektenarten und ein paar Raubmilben die Obstbaumspinnmilbe zu ihrer Nahrung benutzt haben. Die Häufigkeit und Wirksamkeit der meisten Arten gehen aus der Tabelle i hervor. In die Tabelle könnten noch solche in Finnland an Apfelbäumen vorkommenden Arten aufgenommen werden, die in den anderen Ländern als Feinde der Milbe bemerkt worden sind: U. a. *Anthocoris nemoralis* F., *Phytocoris tiliae* F., *P. ulmi* L., *Deraeocoris ruber* L., *Blepharidopterus angulatus* Fall., *Orthotylus nassatus* F. und *Malacocoris chlorizans* Panz. Aus der Tabelle ist zu ersehen, daß die Hemiptera-Arten *Atractotomus mali* Mey.-D., *Psallus ambiguus* Fall. und *Anthocoris nemorum* L. die Neuroptera-Arten *Chrysopa carnea* Steph. und *Conwentzia pineticola* End., die Coleoptera-Arten *Oligotha flavicornis* Boisd. und *Scymnus punctillum* Wse., die Cecidomyidenart *Arthrocnodax mali* Kieffer und die Raubmilbenart *Typhlodromus* sp.

Tabelle 1  
Bedeutung der natürlichen Feinde von *Metatetranychus pilosus*

Art	Menge der verzehrten		Häufigkeit in Versuchs- gärten	Bedeutung als Feind
	Eier	Milben		
<i>Thysanoptera</i>				
<i>Haplothrips</i> sp. ....	+	+++	+	x
<i>Heteroptera</i>				
<i>Atractotomus mali</i> (Mey.-D.) .....	+++	+++	+++	xxx
<i>Plagiognathus arbustorum</i> (F.) ....		++	+++	xx
<i>Psallus ambiguus</i> (Fall.) .....	+++	+++	+++	xxx
<i>Psallus aethiops</i> .....	+++	+++	++	xx
<i>Phytocoris intricatus</i> Flor. ....	+	+++	+	x
<i>Pilophorus perplexus</i> D. L. S. ....	+++	+++	++	x
<i>Pilophorus clavatus</i> L. ....		++	+	x
<i>Orthotylus marginalis</i> Reut. ....	+++	++	++	xx
<i>Calocoris fulvomaculatus</i> De G. ....	++	++	++	x
<i>Calocoris biclavatus</i> H. S. ....	+	++	+	x
<i>Anthocoris nemorum</i> L. ....	+++	+++	+++	xxx
<i>Anthocoris confusus</i> Reut. ....	++	+++	+	x
<i>Neuroptera</i>				
<i>Chrysopa carnea</i> Steph. ....	+	+++	+++	xxx
<i>Hemerobius humulinus</i> L. ....	+	++	++	x
<i>Conwentzia pineticola</i> End. ....	+++	+++	++	xxx
<i>Coleoptera</i>				
<i>Oligotha flavicornis</i> Boisd. ....	+++	+++	+++	xxx
<i>Coccinella 5-punctata</i> L. ....	++	++	++	xx
<i>Coccinella 7-punctata</i> L. ....	++	++	+++	xx
<i>Adalia bipunctata</i> L. ....	+	++	++	x
<i>Calvia 14-guttata</i> L. ....	+	+	++	x
<i>Scymnus punctillum</i> (Wse.) ....	+++	+++	++	xxx
<i>Diptera, Cecidomyidae</i>				
<i>Arthrocnodax mali</i> Kieffer .....	+++	+++	++	xx
<i>Acari</i>				
<i>Typhlodromus</i> sp. ....	+	+++	++	xxx

Tabelle 2

Einfluß von Sommerspritzmitteln auf *Metatetranychus pilosus* und ihre Räuber

Spritzmittel	<i>Meta- tetr- nychus pilosus</i>	Einige <i>Heteroptera</i> -Arten	<i>Chrysopa carnea</i>	<i>Conwentzia pineticola</i>	<i>Oligotha flavicornis</i>	<i>Scymnus punctillum</i>	<i>Coccinella 5-punc- tata</i> und <i>7-punctata</i>	<i>Syrphidae</i> -Larven	<i>Typhlodromus</i>
Bleiarsenat .....	—	++	+				+	+	—
DDT .....	—	+++	++	+++	++	++	++	+	++
Lindan .....	—	+++	++				++	++	++
Parathion .....	(+); +	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++
Malathion .....	(+)+ +	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	+++
Methyldemeton .....	+++	+++	+	+++			++	++	+++
Fenson .....	+++	+++	+			+	—	+	+
Tedion .....	+++		—				—	—	+
Schwefelkalkbrühe ....	(+)+ +	++	+			+++	+++		+++
Kaptan .....	— — —	—	—			—	—		—

eine bemerkenswerte Bedeutung gehabt haben. Von diesen Arten sind ganz spezialisierte Milbenfresser *Cowentzia pineticola*, *Oligotha flavicornis*, *Scymnus punctillum*, *Arthrocnodax mali* (frisst besonders auch *Phyllocoptes schlechtendali*-Milbe) und *Typhlodromus* sp., und sie haben im allgemeinen eine ziemlich große Bedeutung. Auch die anderen obenerwähnten haben oft eine bemerkenswerte Bedeutung, obgleich sie neben der Milbe manche andere Arten fressen, wie Jugendstadien von Lepidopteren, Aphididen, Jugendstadien von *Psylla mali* usw. Solche sehr allgemeine Arten, wie *Coccinella 7-punctata* und *Coccinella 5-punctata*, sollen für gelegentliche Feinde der Milbe gehalten werden, obgleich sie zuweilen große Mengen von diesen fressen können. Z. B. in den Jahren 1954 und 1959 hatten diese Coccinelliden während des Sommers sich sehr reichlich vermehrt wegen des großen Reichtums an Blattläusen. Als die Läuse im Spätsommer verschwanden, nahmen die Coccinelliden in den Apfelbäumen ihre Zuflucht u. a. zu der Obstbaumpinnmilbe und ihren Wintereiern, die sie sehr merkbar reduzierten. Gewisse *C. 7-punctata*-Imagines fraßen in den Fütterungsversuchen über 150 Milbenimagines (hauptsächlich Weibchen) pro Tag.

In vielen Fällen hat man in den Obstbaummilbenuntersuchungen festgestellt, daß es natürliche Feinde in ganzen Gärten oder in einzelnen Bäumen so reichlich gab, daß sie den überwiegenden Teil der Milben, sogar zeitweilig beinahe bis zu den letzten, verzehrten. Der Überfluß der Feinde ist meistens von der großen Reduktion der Anzahl der Milben, eben durch den Einfluß der natürlichen Feinde, begrenzt worden. Dieses hat sich gewöhnlich erst dann ereignet, wenn die Milben schon während drei Jahren reichlich vorkamen. Die Insektizide haben auch die Anzahl der Feinde reduziert, entweder sie tötend oder die Milbenzahl zu sehr reduzierend.

Über den Einfluß der verschiedenen Insektizide auf die Feindarten sind eine Menge von Laboratorienversuchen ausgeführt und Beobachtungen in Verbindung mit den Feldexperimenten gemacht worden. Diese Resultate und die von mir in verschiedenen Publikationen gemachten wichtigsten Angaben werden in der Tabelle 2 dargestellt. Bei der Zusammenstellung der Angaben sind gewisse Schwierigkeiten aufgetreten besonders, weil Experimente auf manche Weisen und in verschiedenen Verhältnissen

AUFTRETEN DER RÄUBERARTEN, VERSCHIEDENE GENERATIONEN  
VON METATETRANYCHUS PILOSUS UND WICHTIGSTE  
SPRITZUNGSZEITPUNKTE (SCHEMATISCH DARGESTELLT)

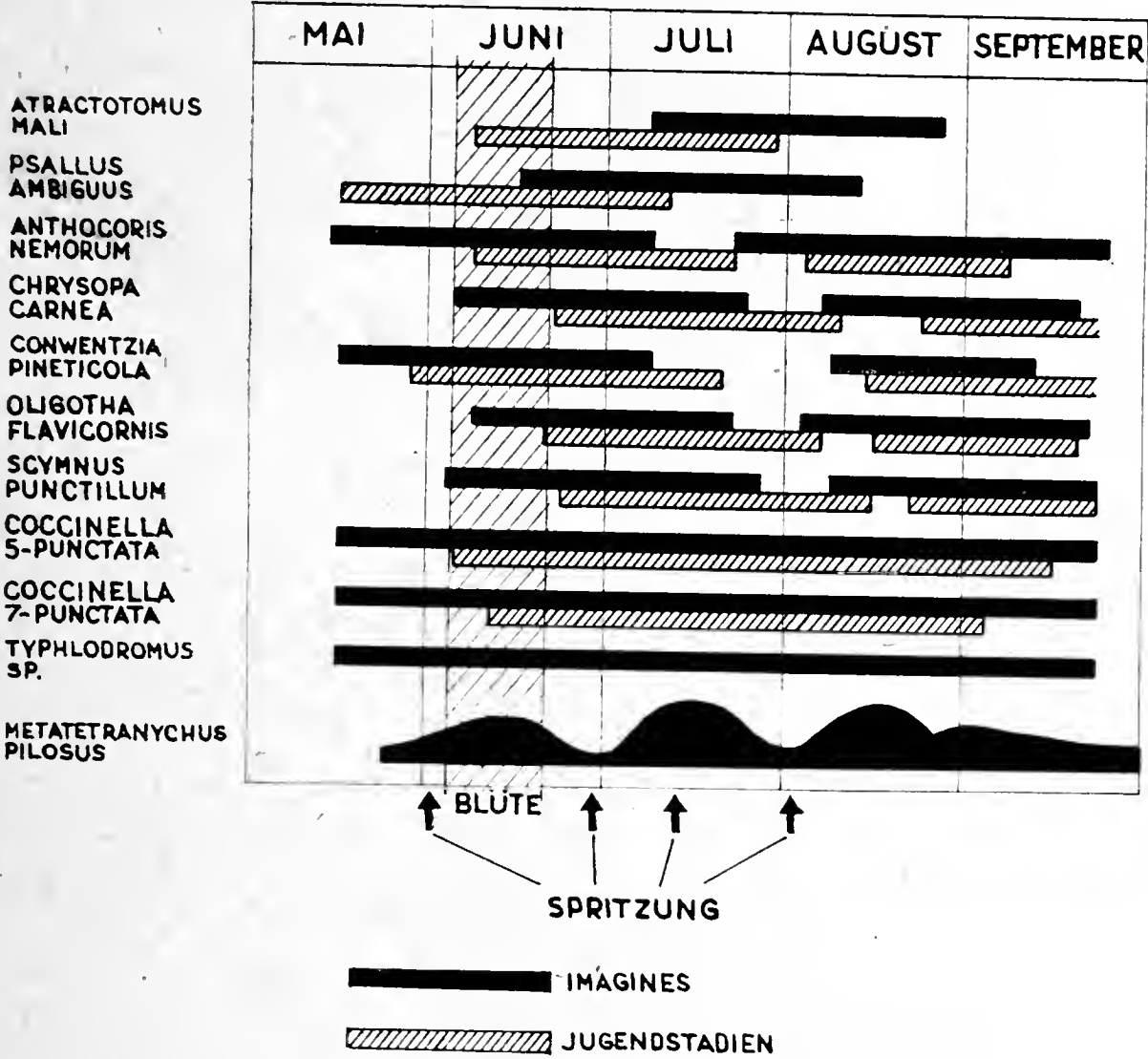


Abb. 1

ausgeführt worden sind. Nur die bedeutendsten Feindarten sind berücksichtigt und die wichtigsten in Apfelgärten (in Finnland) benutzten Insektizide: Bleiarsenat, DDT, Lindan, Parathion, Malathion, Methyldemeton, Fenson, Tedion, Schwefelkalk und Kaptan. Aus der Tabelle können wir hauptsächlich schon allgemein bekannte Tatsachen ersehen: Bleiarsenat hat nur wenige Feinde getötet. DDT hat mehrere *Hemiptera*-Arten und *Conwentzia pineticola* ziemlich genau zerstört, aber z. B. die größeren Coccinelliden haben ihm ziemlich gut widerstanden. Der Einfluß des Lindans ist ziemlich gleich wie derjenige des DDT gewesen. Parathion und Malathion haben beinahe alle Feinde getötet, während der Effekt auch auf die Milbe sehr gut gewesen ist. Auch das Methyldemeton hat die meisten im Spritzaugenblick auf den Bäumen befindlichen Feinde getötet, aber schon die einen Tag später in die Bäume gekommenen blieben erhalten. Spezial-Akariziden haben die meisten Feindarten gut widerstanden, aber u. a. das Fenson ist gewissen *Hemiptera*-Arten verderblich gewesen. Auch der Schwefelkalk hat u. a. die Coccinelliden und *Typhlodromus*-Raubmilben getötet. Hingegen scheint das bei der Bekämpfung des Obstschorfes benutzte Kaptan den Feinden im allgemeinen gefahrlos zu sein.

Um ein richtiges Bild von dem durchschnittlichen Zeitpunkte der in unseren Experimenten benutzten und auch in der Praxis auszuführenden Bekämpfungsbespritzungen im Vergleich mit den Fundzeiten einiger wichtigen natürlichen Feinde und über die Generationen der Obstbaumspinnmilbe in Finnland zu erhalten, sei auf das Diagramm (Abb. 1) verwiesen. Die wichtigsten Sommerbespritzungen finden zu den folgenden Zeitpunkten statt: I. Bespritzung eben vor der Blüte (im allgemeinen Anfang Juni, zuweilen schon Ende Mai) ist vom Gesichtspunkte der Bekämpfung der

EINFLUSS VON SOMMERSPRITZMITTELN (FENSON, TEDION  
UND TEDION+MALATHION) AUF DIE POPULATION VON METATETRANYCHUS  
PILOSUS. 100 = MILBENPOPULATION IN UNBEHANDELTEN BÄUMEN. 1957

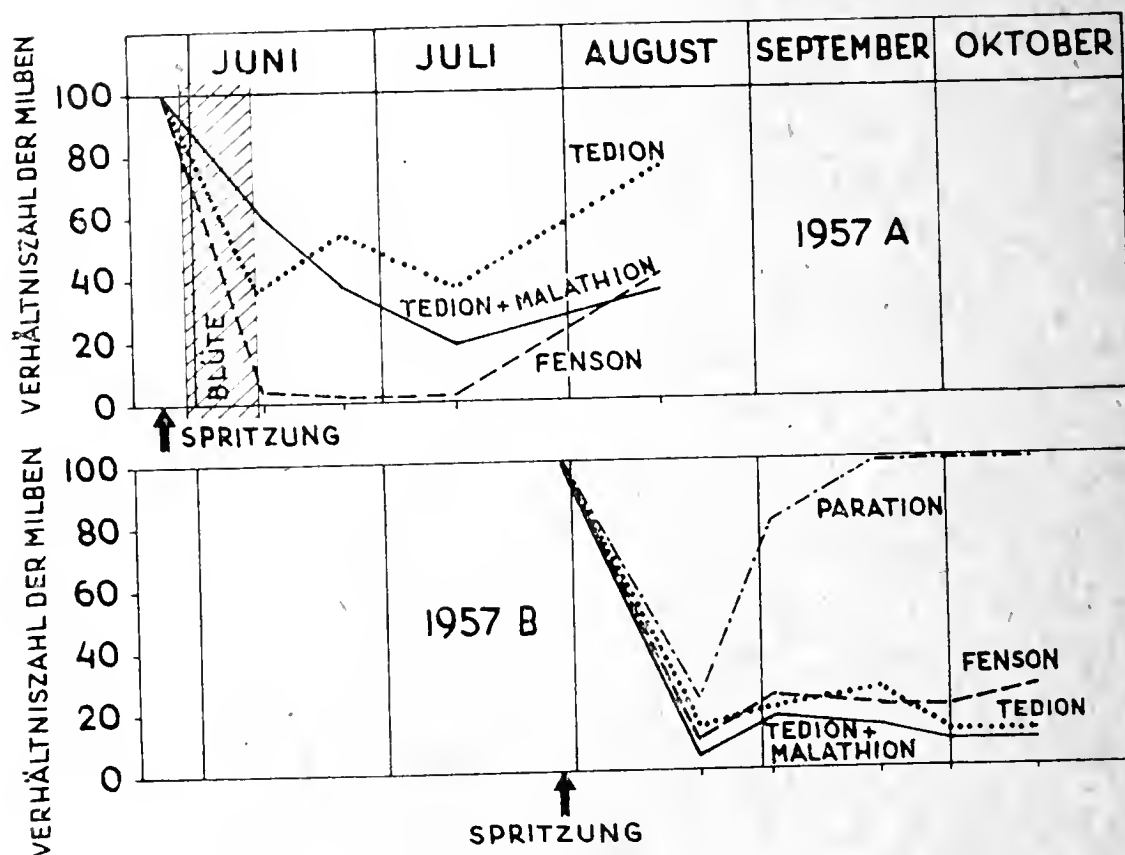


Abb. 2

Milbe aus am wichtigsten. II. Etwa 1—2 Wochen nach der Blüte und III. etwa 1½ bis 2 Wochen nach der vorigen (zur Bekämpfung von *Carpocapsa pomonella* L. und *Argyresthia conjugella* Zell.). Gibt es viele Obstbaumspeinnmilben, wird noch besonders für deren Bekämpfung eine Bespritzung (IV.) Ende Juli, Anfang August ausgeführt. Die Abbildung ist natürlich ziemlich schematisch. Von der zur Bekämpfung der Milbe wichtigsten Bespritzung (I.) sei noch erwähnt, daß während dieser es auf den Bäumen nur Jugendstadien und Imagines der 1. Generation der Milbe gibt, aber noch keine Sommereier. Um die IV. Bespritzung beginnt das Auftreten der Winter-eier, und Sommereier gibt es reichlich. Aus der Abbildung ist zu ersehen, daß diese zwei Bespritzungen auch hinsichtlich der natürlichen Feinde ziemlich günstig sind. Zur Zeit der I. Bespritzung befinden sich viele wichtige Feindarten (z. B. *Atractotomus mali*, *Orthotylus marginalis*, *Chrysopa carnea*, *Oligotha flavicornis* und *Scymnus punctillum*) noch nicht oder nur wenige auf den Obstbäumen, und von gewissen anderen (u. a. *Anthocoris nemorum*, *Conwentzia pineticola* und die großen Coccinelliden) wird nur ein Teil des Bestandes dem Einfluß dieser Bespritzung unterworfen. Die IV. Bespritzung wieder fällt auf den Zeitpunkt, wo die erste Generation mehrerer Feinde schon vorbei ist und die Imagines der neuen Generation noch nicht oder höchstens zu einem kleinen Teil vorhanden sind, so daß der größte Teil der Feinde dem Einfluß der Gifte entgeht. Zu diesen Zeitpunkten könnten also auf diesem Grund solche vielseitig effektiven Stoffe, wie die Parathion und Malathion, verwendet werden, weil sie auf die Milbe sehr gut wirken und die natürlichen Feinde nicht in ansehnlicher Menge unter den Einfluß der Stoffe geraten. Dagegen fallen die zwei übrigen Bespritzungen (II. und III.), die 1—2 Wochen nach der Blüte und 1½ bis 2 Wochen später ausgeführt werden, auf den schlimmsten Zeitpunkt, denn beinahe alle Feinde der Milbe gibt es dann am reichlichsten.

Die Resultate der Feldexperimente, die in einigen Jahren ausgeführt worden sind bestätigen oben angeführte Schlußfolgerungen. Die Resultate gehen aus den Abbildungen 2—4 hervor. In den Diagrammen ist die Häufigkeit der Milbe in unbehandelten



EINFLUSS VON SOMMERSPRITZMITTELN (FENSON, METHYLD-  
METON, MALATHION, TEDION+MALATHION UND PARATHION)  
AUF DIE POPULATION VON METATETRANYCHUS PILOSUS. 1958  
100 = MILBENPOPULATION IN UNBEHANDELTEN BÄUMEN.

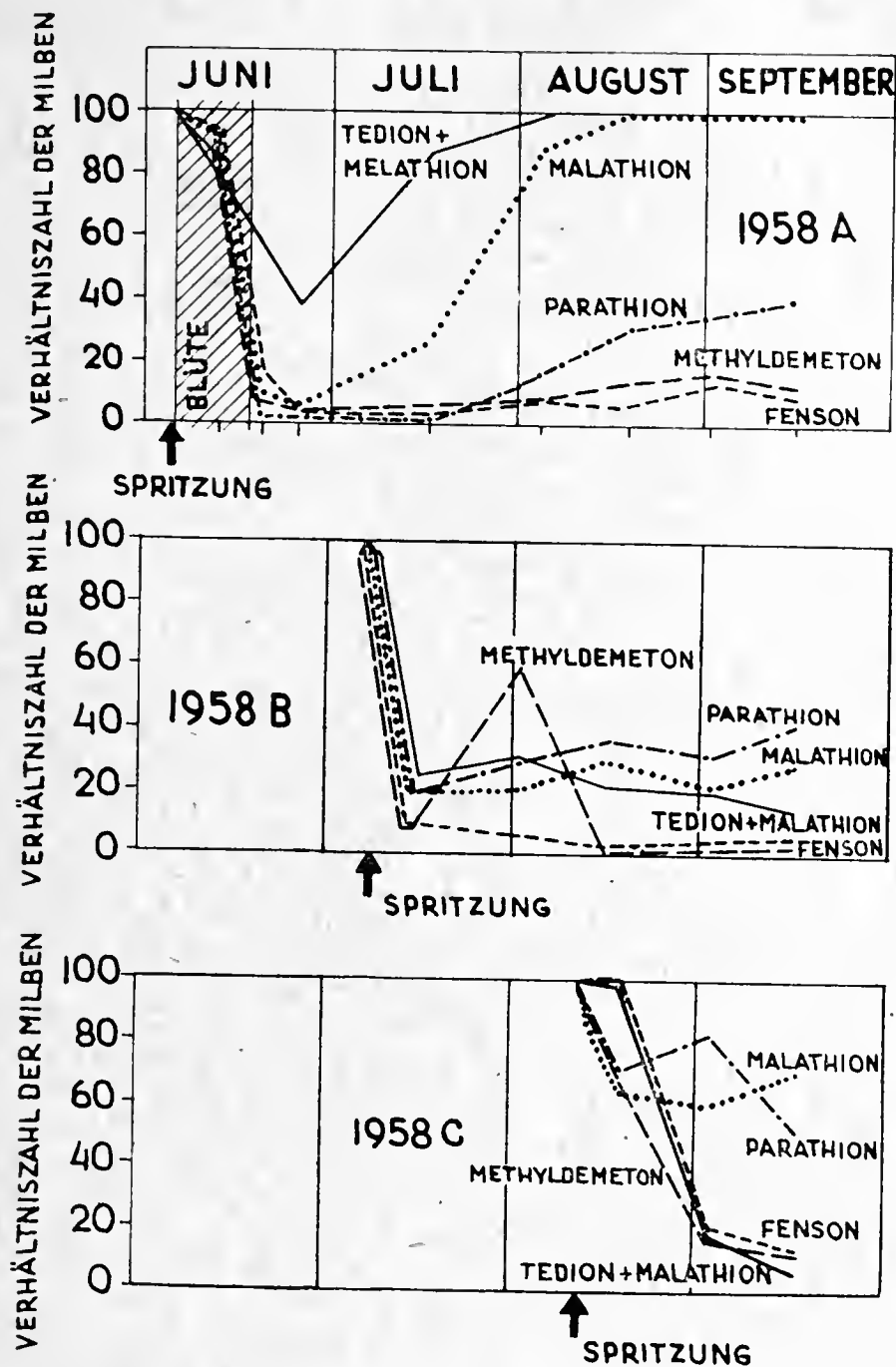


Abb. 3

Versuchsglied mit 100 aufgezeichnet. In den im Jahre 1957 angeordneten Bespritzungen, die A) etwa eine Woche vor der Blüte (Abb. 2), und B) Ende Juli—Anfang August ausgeführt wurden, wurden Resultate erzielt, die beweisen, daß das Spezialmilbengift Fenson einen guten Monat die Milbe ganz knapp gehalten hat. Tedion, das besonders ein Ovizid ist, hat in diesem Falle eine ziemlich geringe Wirkung gehabt, weil es bis Mitte Juni sehr wenige Sommereier gab. Tedion + Malathion ist nicht effektiv genug gewesen, offenbar wegen des zu geringen Malathiongehaltes (0,05%).

Das Diagramm zeigt, wie das Resultat mit denselben Stoffen und dem Parathion ausgefallen ist, als die Bespritzung zur Monatswende Juli—August ausgeführt wurde, da über 80% der Milben im Eistadium waren. Die Spezial-Akarizide Tedion, Tedion + Malathion und Fenson haben die Menge der Milbe bis zum Spätherbst sehr niedrig gehalten, aber der Effekt des Parathions ist natürlich schwach geblieben, weil dessen Wirkung als Ovizid und seine Dauerwirkung nicht genügen.

Im Jahre 1958 wurden die Experimente zu drei Zeitpunkten ausgeführt: A) eben vor der Blüte der Apfelbäume, B) etwa 1½ Wochen nach der Blüte und C) Anfang

EINFLUSS VON SOMMERSPRITZMITTELN (FENSON, METHYLDEMETON UND MALATHION) AUF DIE POPULATION VON METATETRANYCHUS PILOSUS .1959  
100 = MILBENPOPULATION IN UNBEHANDELTEN BÄUMEN

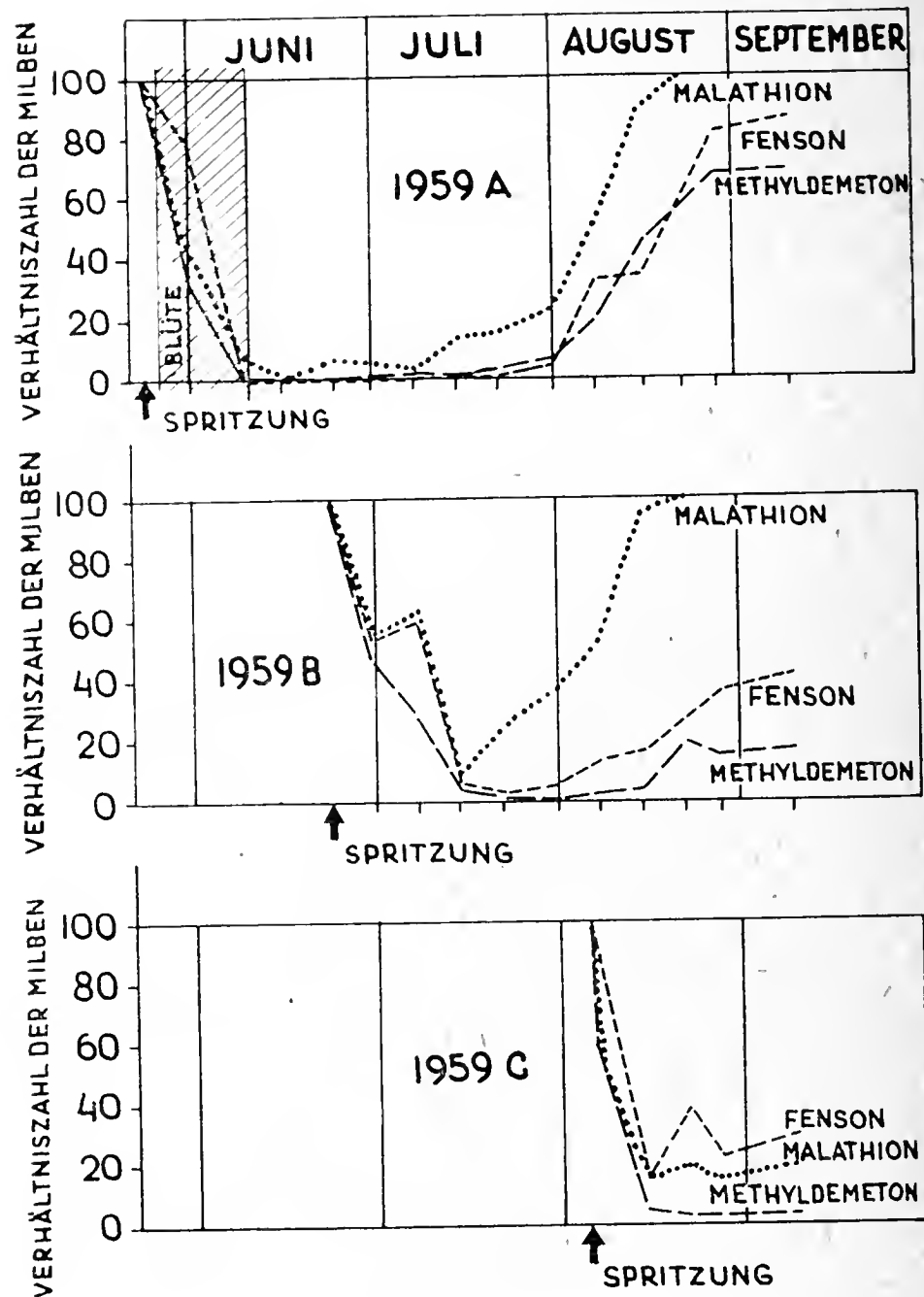


Abb. 4

August. Als Stoffe dienten Fenson, Methyldemeton, Malathion und Parathion. Wie die Diagramme (Abb. 3) zeigen, haben Fenson und Methyldemeton jedesmal ein sehr gutes Resultat ergeben, was zunächst auf ihre anhaltende Wirkung zurückzuführen war. Auch mit Tedion + Malathion wurde in zwei späteren Bespritzungen ein gutes Resultat erzielt, aber bei der frühesten Bespritzung ist der Effekt wegen denselben Gründen, wie in dem entsprechenden Experiment im Jahre vorher, schwach geblieben. Parathion und Malathion haben bei früher Spritzung ein sehr gutes Resultat für eine ziemlich kurze Zeit (das Parathion auch für eine ziemlich lange) ergeben; bei späteren Bespritzungen ist das Resultat schon schlechter geblieben und beim letzten Mal sehr schwach, was vielleicht zum größten Teil daher rührt, daß sie nicht genug auf die Eier der Milbe wirken, und teilweise daher, daß sie Feinde der Milbe vernichtet haben. Doch kann man auch, gestützt auf diese Experimente, die Schlußfolgerung ziehen, daß, wenn alle diese drei Bespritzungen denselben Bäumen gegeben werden, bei Verwendung von Malathion oder Parathion die Menge der Milben sehr klein bleibt (andauernd höchstens etwa 3—5% gegenüber der Kontrolle, was auch in gewissen

anderen Experimenten klar bewiesen worden ist. Sie haben sich also in Finnland vorläufig auch betreffs der Milbe nicht als schlechte allgemeine Insektizide gezeigt, und deshalb können sie ziemlich vorbehaltlos empfohlen werden. Resistenz ist wenigstens nicht in einem bedeutenden Maße, in Hinsicht auf diese Stoffe festgestellt worden.

Im Jahre 1959 wurden die Experimente auf dieselbe Weise wie im Jahre 1958 fortgesetzt. Der ganze Sommer war sehr warm und trocken, was die Resultate teilweise beeinflußt haben mochte. In den Experimenten gab es nur drei Stoffe: Methyldemeton, Fenson und Malathion. Wie aus dem Diagr. (Abb. 4) hervorgeht, haben alle Stoffe bei den ersten Spritzungen ein gutes Resultat gegeben, und die Menge der Milben ist auch bei der Malathionbehandlung sehr lange klein geblieben. Nach der Blüte (etwa 1½ Wochen) ist besonders der Effekt des Malathions schlechter geblieben, die Zahl der Milben ist ziemlich schnell gestiegen und hat die ursprüngliche Höhe nach beinahe zwei Monaten erreicht. Mit der Anfang August ausgeführten Malathionbespritzung ist ein überraschend gutes Resultat, z. B. im Vergleich mit Fenson, erreicht worden. — Die Überlegung, wie das Resultat gewesen wäre, wenn dieselben Bäume zu allen drei Bespritzungsmalen mit Malathion behandelt worden wären, führt zu dem Schluß, daß die Zahl der Milben nach der I. Bespritzung während des Sommers und Herbstes offenbar nie mehr als 5% des unbehandelten Befalles erreicht und im Herbst in der Ablagezeit der Wintereier wahrscheinlich höchstens 0,5% betragen hätte. Die Spritzungen haben auch auf die Menge der Wintereier eine entsprechend reduzierende Wirkung gehabt. — In den anderen Experimenten hat sich auch Kelthane sehr vorteilhaft bei der Bekämpfung der Obstbaumspeinmilbe gezeigt.

In den Experimenten, die im Jahre 1954 in etwa 40 Obstgärten und im Jahre 1955 in etwa 30 Obstgärten ausgeführt wurden, wurden während des Sommers durchwegs drei Spritzungen ausgeführt, deren Einfluß auf die Milbe und natürliche Feinde ziemlich eingehend erörtert wurde. Es ist beabsichtigt, die Resultate dieser Experimente in einem anderen Zusammenhange zu veröffentlichen, aber ich erwähne davon einige Sachen. Der Bleiarsonat + Schwefelkalk verminderte nicht merkbar natürliche Feinde und das DDT + Fenson und das Methyldemeton verminderten sie nur wenig. Das Parathion und Malathion verminderten die Zahl der Feinde merkbar, aber weil die Zahl der Milben verhältnismäßig noch viel mehr vermindert wurde, hatte dieser Umstand keine beachtenswerte Bedeutung. Eine größere Feindmenge hätte in vielen Bäumen wegen der starken Dezimierung des Milbenbestandes und auch der anderen Schädlinge nicht leben können. Das ist in Verbindung mit diesen Untersuchungen in vielen Experimenten klar bewiesen worden. Auch konnte festgestellt werden, daß sich die Feindfauna in kleinen Gärten ziemlich bald erneuerte.

Zusammenfassend kann folgendes gesagt werden: Die Obstbaumspeinmilbe kann mit Erfolg bekämpft und zugleich können ihre natürlichen Feinde dadurch geschont werden, daß ein für Milben sehr effektives Insektizid (u. a. Methyldemeton, Fenson, Kelthane) bei den Bespritzungen knapp vor der Blüte und ein zweites Mal im Anfangsstadium der Wintereierablage (zur Monatswende Juli—August) angewendet wird. Methyldemeton soll bei dieser letzten Spritzung jedoch nicht gewählt werden, wenn es Früchte an den Bäumen gibt. Zur Bekämpfung anderer Schädlinge (u. a. *Tortricidae*, *Operophtera brumata*, *Aphididae*, *Psylla mali*, *Capsidae*, *Carpocapsa pomonella* und *Argyresthia conjugella*) sind vor der Blüte, 1—2 Wochen nach der Blüte und 1½ bis 2 Wochen danach Behandlungen durchzuführen. Wird dabei z. B. Parathion oder Malathion benutzt (offenbar wäre Diazinon ebenso wirksam), wird die Milbe sehr gut niedergehalten. Wenn hingegen z. B. DDT benutzt wird, muß ein auf die Milbe gut wirkender Stoff beigefügt werden, wenn es reichlich Obstbaumspeinmilben an den Bäumen gibt.

## L I T E R A T U R

- BERKER, J. (1958): Die natürlichen Feinde der Tetranychiden. Zeitschr. angew. Ent. 43, 115—172. — CHAPMAN, P. J. 1956 (1958): The control of insect and Mite Pests of fruit trees in Northeastern United States. Proceedings of the tenth international Congress of entomology. 3, 155—162. — CLANCY, D. W. & McALLISTER, H. J. 1956 (1958): Effects of spray practices on apple mites and their predators in West Virginia. Proceedings of the tenth international Congress of entomology. 4, 597—601. — COLLYER, E. (1952): The effect of spraying materials on some predatory insects. Ann. Rep. E. Mall. Res. Sta. 141—144. — COLLYER, E. (1953 a): Biology of some predatory insects and mites associated with the fruit tree red spider mite (*Metatetranychus ulmi* (Koch) in south-eastern England. IV. The predator — mite relationship. Journ. Hortic. Science. 28, 246—259. — COLLYER, E. (1953 b): Insect population balance and chemical Control of pests. Predators of fruit tree red spider mite. Chemistry and industry 1953, 1044—1046. — COLLYER, E. & MASSEE, A. M. 1956 (1958): Some predators of phytophagous mites and their occurrence, in Southeastern England. Proceedings of the tenth international Congress of entomology. 4, 623—626. — DOSSE, G. (1956): Über die Bedeutung der Raubmilben innerhalb der Spinnmilbenbiozönose auf Apfel. 1. Grundsätzliches aus der Biologie räuberischer Milben. Mitt. aus d. Biol. Bundesanst. f. Land- und Forstwirtschaft, H. 83, 40—44. — HARRIES, F. H., VOLCARCE, A. C. (1955): Laboratory Tests of the Effect of insecticides on Some Beneficial Insects. J. Econ. Ent. 48, 614. — HUECK, H. J. (1953): The opuplation — dynamics of the fruit tree red spider (*Metatetranychus ulmi* Koch (1836), *Acari*, *Tetranychidae*) with special reference to the influence of DDT. 1—148. Leiden 1953. — KUENEN, D. J. 1956 (1958): Influence of treatments on predators and other limiting factors of *Metatetranychus ulmi* (Koch). Proceedings of the tenth international Congress of entomology 4, 611—615. — LISTO, J., LISTO, E.-M. & KANERVO, V. (1939): Tutkimuksia hedelmäpuupunkista (*Paratetranychus pilosus* C. & F.) (Summary: Studies of the fruit tree red mite (*Paratetranychus pilosus* C. & F.). Agric. exp. activities of the State, 99, 1—143. — MASSEE, A. M. 1954. Problems arising from the use of insecticides: Effect on the balance of animal populations. Rep. 6th Common W. Ent. Conf. 1954. — MASSEE, A. M. 1956 (1958): The effect on the balance of Arthropod populations in orchards arising from the unrestricted use of chemicals. Proceedings of the tenth international Congress of entomology. 3, 163—168. — PICKETT, A. D., PUTMAN, W. M. & LE ROUX, E. J. 1956 (1958): Progress in Harmonizing Biological and Chemical Control of Orchard Pests in Eastern Canada. Proceedings of the tenth international Congress of entomology 3. — RIPPER, W. E. 1956 (1958): Effect of pesticides on balance of arthropod populations. Ann. Rev. Ent. 1, pp. 403—438. — SCHNEIDER, F. (1955): Beziehungen zwischen Nützlingen und chemischer Schädlingsbekämpfung. Verhandlungen der deutschen Ges. angew. Ent. E. V. 18—29. — SOLOMON, M. E. (1953): Insect population balance and chemical Control of pests. Pest outbreaks induced by spraying. Chemistry and Industry, 1953, pp. 1143—1147. — Van de VRIE, M. & De FLUITER, H. J. 1956 (1958): Some observations on the effect of insecticides and acaricides on the population of the european red spider mite (*Metatetranychus ulmi* Koch) and its principal predators in commercial orchards in the Netherlands. Proceedings of the tenth international Congress of entomology. 4. pp. 603—606.

## ECOLOGÍA DE LA *SCHISTOCERCA CANCELLATA* (Serv.). SU ZONA CENTRAL PERMANENTE Y DE GREGARIZACIÓN

P. KÖHLER

La zona permanente acridiana de la República Argentina cubre una superficie no menor de 100.000 km<sup>2</sup> de llanos<sup>1</sup> sin incluir las grandes elevaciones cordilleranas que se extienden en su flanco occidental.

<sup>1</sup> De acuerdo al cuadro marcado en el mapa general de la República Argentina adjunto.



Esta región comprende el área circunscripta por las "Sierras Pampeanas"<sup>2</sup> y las sierras mismas, que abarcan toda la zona en cuestión. Las llamadas serranías, independientes de la verdadera Cordillera de los Andes, están constituidas por gneises y granitos y sus estratos muy removidos se hallan en muchos lugares en posición vertical o muy inclinados. Sus hondonadas se hallan rellenas de antiguos arenales invasores (Riggi) y éstos, tanto como los estratos arriba abiertos absorben toda precipitación filtrándola a grandes profundidades. En consecuencia es poca el agua que puede conservarse superficialmente.

Sobre los rellenos arenosos se encuentran grandes depósitos de limo y limo arcilloso en todos los parajes donde en forma de "desagües" mueren los cauces que conducen oportunamente agua. Cuando llueve se transforman éstos ríos secos en grandes torrentes que arrasan todo. Al secarse quedan estos bañados perfectamente planos y duros con excepción de ciertos lugares que presentan una superficie salitrosa.

Fuera de los bañados se extienden las acumulaciones eólicas de arenas de muy variada granulación que forman médanos de arenas muy finas, arenales ondulados o dunas. En ciertos lugares alcanzan alturas de 100, 200 y mas metros cubriendo áreas ininterrumpidas de miles de kilómetros cuadrados —

Los llanos se hallan entre 200 y 1500 metros sobre el nivel del mar y cubren la gran región precordillerana sin desagüe hacia el atlántico. De acuerdo con la altura, varía el caracter de las acumulaciones arenosas, el grosor de las partículas, la humedad reinante y en consecuencia la flora específica.

Muy importante y practicamente decisivo desde el punto de vista de la ecología acridiana, es la yuxtaposición de las distintas áreas. En el trayecto de pocos kilómetros pueden alternar dunas y bañados, médanos y salinas que forman lenguas que se penetran mutuamente y provocan en las zonas de contacto mezclas y mosaicos de suelos y vegetaciones. Estos "ecotones" facilitan el paso del acridio de un ambiente al otro y significan muchas veces su única oportunidad para sobrevivir.

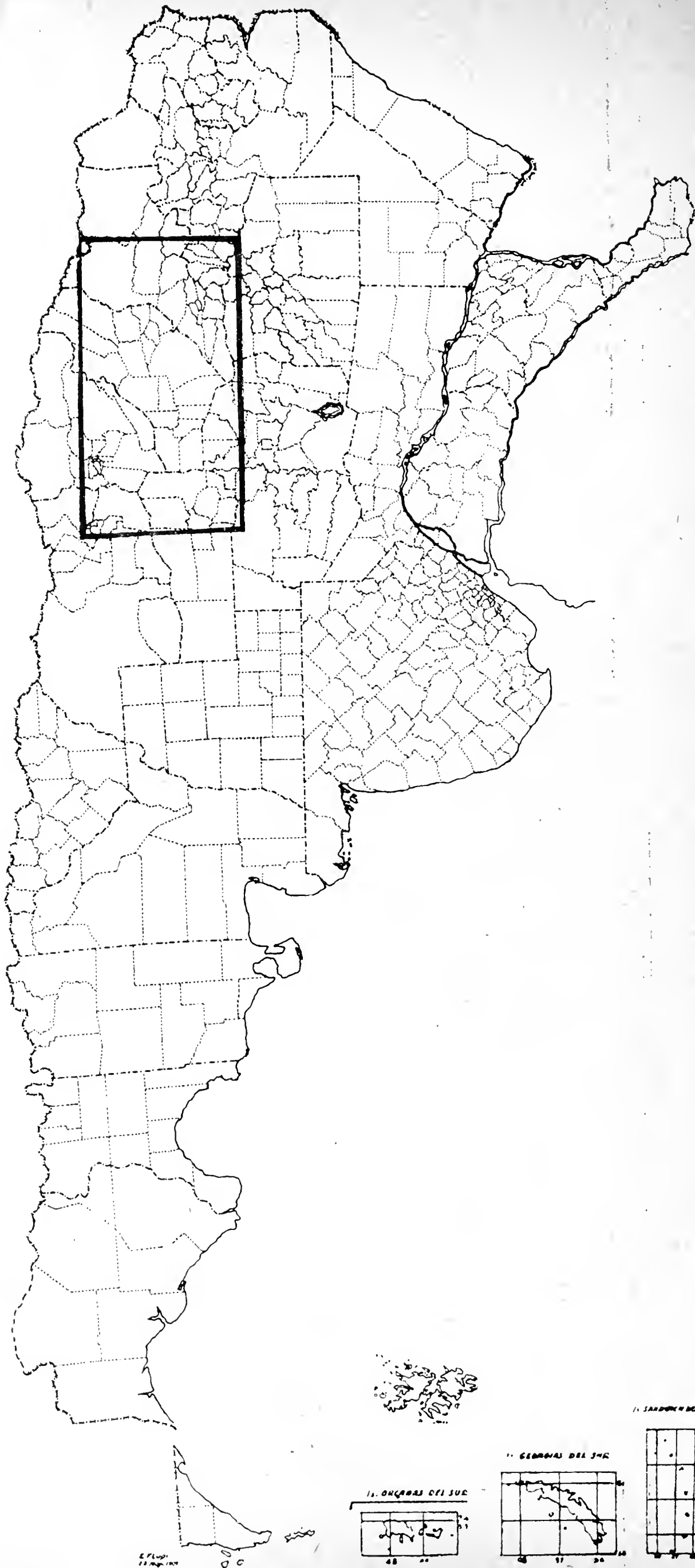
Al efectuar un corte transversal del terreno de la zona en cuestión, resulta como promedio la siguiente secuencia de los biotopos normales: Las alturas graníticas y de gneis en las elevaciones grandes y las lomadas de margas y areniscas de las serranías menores, llevan una vegetación pobre, de caracter xerofítico o desértico-orófilo. Solamente en los bajos de las quebradas y grandes surcos se enriquece la flora a causa de la acumulación de mezclas de suelos mas favorables.

Los flancos serranos están casi siempre formados por aluviones de suelos permeables mezclados con grava y rocas grandes. Tienen muchas veces forma de conos de acarreo cruzados por cauces secos muy torrentosos cuando llueve. Por su conducto bajan todos los materiales desmenuzados hacia el llano y los bañados. Ahí quedan todas estos materiales depositados de acuerdo al grado de finura y al final de su recorrido cubren grandes extensiones con limo y limo arcilloso.

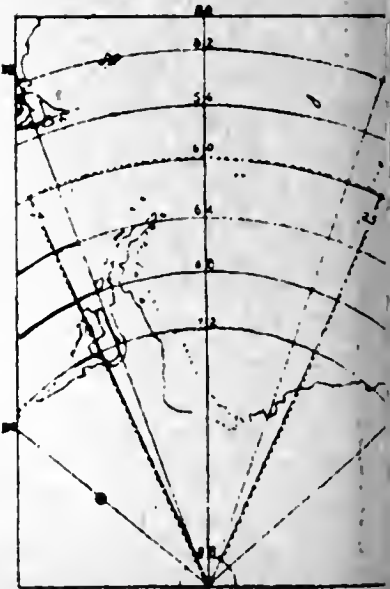
Sobre estos planos afloran las sales después de la evaporación del agua presentando las salinas típicas de estos parajes, que se hallan a menos de 200 metros sobre el nivel del mar y a mas de 1000 kilómetros de distancia del Atlántico.

Falta mencionar los médanos, arenales y dunas de nuestras zonas desérticas. Hacia estos acarrean los vientos, sin interrupción, nuevas arenas desde el sur y las depositan siempre frente a elevaciones mayores que frenan su velocidad y por ende su capacidad

<sup>2</sup> Término usado en el sentido de la interpretación geológica de varios autores argentinos. Define la misma zona.



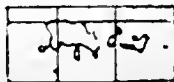
REPÚBLICA ARGENTINA



1. SAN JUAN DEL SUR

1. GEORGINA DEL SUR

1. ORCAVAS DEL SUR



E. PLU...

transportadora. La ubicación de los diferentes arenales está determinada por la dirección de los vientos dominantes y por la topografía, de suerte que todos los vientos siguen ejecutando su trabajo de acumulación y erosión ininterrupidamente.

La producción vegetal de los ambientes en cuestión depende de las precipitaciones pluviales. Son de carácter monzónico, con inviernos secos y templados. En ciertas dunas y arenales, a parte de la lluvias, hay una afluencia de humedad producida por succión capilar desde el subsuelo capaz de producir rocíos muy fuertes, equivalentes prácticamente a una lluvia menor y permitiéndolo sobrevivir plantas y animales en estos desiertos.

Del punto de vista geográfico, nuestra zona presenta varios llanos o depresiones intermontanas de diferentes características: un llano encerrado por grandes serranías, abarca la zona de Andalgalá — Belén — Pipanaco; el de La Rioja y Catamarca se halla cerrado hacia el Sur y alberga la zona más calurosa de la tres Américas, la de los 30 grados C. estivales (hasta 48,6 G. C. en La Guardia).

Se trata de una zona de precipitaciones relativamente reducidas donde se producen 250 mm y menos de lluvia anual. La zona seca, calurosa con sus llanos ventilados desde el sur y la otra, cerrada a éstas corrientes tienen un clima lábil, inseguro, capaz de mejorar mediante las precipitaciones.

Lluvias excepcionales pueden llegar a superar los 500 mm anuales, cubriendo toda la zona con una flora densa, contrastante con la normal. Por lo tanto pueden producirse en toda esta región amplios ecotones anormales con un clima y una flora especiales muy favorables para el acridio.

Debemos considerar la influencia de otro factor muy importante en la vida de la langosta: la dirección de los vientos dominantes. Fuera de los Llanos, corren vientos que chocan entre sí sobre la Salina grande y que no pueden desviarse hacia el Este debiendo por eso entrar en el bolsón de La Rioja. También desde los altos valles de Catamarca bajan los vientos hacia el sur, a La Rioja, y frenan en ésta zona los corrientes eólicas llegados desde el Sur. Todos estos vientos se anulan por convergencia aproximadamente en la zona del lugar citado. Los vientos originados en el Este entran por Chepes o más al Sur y cuando no son anulados en esta zona, son desviados por las corrientes que llegan desde el Sur, de Mendoza y San Luis. Estos vientos pasan por el llano de Mascasín y Marayes hacia el Norte, por la región de San Agustín y finalmente por Patquía a La Rioja.

El llano que se extiende desde San Agustín al Norte, se halla además bajo el dominio de los vientos más frescos que bajan desde mayores alturas y se unen con los que corren desde el Sur impidiendo su desviación fuera del recorrido dominante que los lleva por la ruta mencionada.

La importancia de estas rutas ventosas reside en su influencia tanto sobre la dirección de los desplazamientos de las langostas solitarias como sobre las corrientes gregarias que siguen, exactamente estas direcciones dominantes que conducen a la paulatina unión de núcleos menores por causa de la descrita canalización y convergencia de las corrientes eólicas.

A causa de la coincidencia de éstos movimientos aéreos y acridianos resultan gregarizaciones dentro de la superficie de los citados llanos. Estos ambientes no pueden ser abandonados por las langostas mientras viven en pequeñas gregues pues el consiguiente pequeño empuje no las hace capaces de cruzar la valla eólica de la corriente desde el naciente.

Las corrientes aéreas dominantes son también los factores que influyen fundamentalmente en la distribución de las lluvias que se producen al contacto de las mismas con

las serranías. Influyen por eso en igual forma en el desarrollo de la flora menor monzonal, que es la base de la alimentación de la segunda generación de la langosta. De la cantidad y regular distribución de las lluvias depende la densidad de la flora y la regularidad que rige la permanencia y supervivencia de los acridios dentro del megacenos general.

Las precipitaciones esporádicas favorecen únicamente lugares aislados que así representan los últimos refugios de restos acridianos en épocas contrarias. Esto puede ocurrir en ambientes dobles y múltiples como los descriptos.

La vegetación anual favorable para el desarrollo de la langosta que llamamos "acridioflora" es típica para la zona desértica y poco diferente de la zona polixerofítica (Papadakis). Se diferencian ambas floras ante todo por las especies de los arbustos y árboles, y por la densidad de la vegetación psamófila.

No debe olvidarse que también los ambientes salinos con su flora halófila permiten la supervivencia del acridio durante cierto período, mediante sus representantes del tipo Suaeda, Atriplex, Salicornia y otros que viven entre las Bulnesia spec. y otros mayores.

La flora general de los llamados desiertos se presenta con especies muy similares a las descriptas de la región acridiana afro-asiática, coincidiendo por un lado con las de la zona desértica nuestra y del otro con la del tipo polixerofítico argentino.

Los arenales, médanos y dunas albergan arbustos y árboles de los géneros Acacia, Bulnesia, Cassia, Prosopis y otros con un graminetum constituido por Panicum, Pennisetum, Setaria, Aristida y Sporobolus. Las plantas anuales que completan el herboretum también se asemejan a las del viejo mundo por tratarse de los géneros Portulaca, Heliotropium, Euphorbia, Fabiana y Senecio con gramíneas anuales muy específicas de los géneros Trichloris y la dominante especie Bouteloua aristidoides.

Agrégase a ésta lista básica la planta que entre nosotros es de la mayor importancia para la vida y multiplicación en masa de la langosta, la Amaranthacea, Gomphrena, con sus tres especies. Estas se reproducen especialmente en tierras algo removidas, sea por el derrumbe de las barrancas limosas de cauces secos, huellas de carros leñateros y sendas de animales o terrenos cercados reservados para la alimentación del ganado. En estos últimos podemos hablar de un "oasis breeding" por tratarse de ambientes artificiales en los cuales siempre pueden encontrarse algunas Schistocerca cuando desaparecen en otros lados.

En la zona polixerofítica observamos una vegetación mucho más densa con mayor número de árboles y arbustos aún en los médanos y dúnas. La flora se enriquece con muchas especies de leguminosas arbóreas y arbustivas y con mayor número de plantas anuales. Entre estas últimas se hallan solanáceas, compuestas y leguminosas. Las sinécias mas densas y mas desarrolladas fomentan el desarrollo de mayores masas de larvas y en consecuencia mayores cantidades de adultos.

La zona de procreación en masa que se debe a la ya citada convergencia de las corrientes eólicas y acridianas, forma así el gran núcleo de la región permanente, el centro de la verdadera gregarización desde donde se producen las erupciones de gregues migratorias hacia el área cultivada.

Nota: Los antecedentes y la voluminosa bibliografía se imprimiran en la Republica Argentina.



# SOIL INSECT PROBLEMS IN CORN<sup>1</sup>

WALTER M. KULASH

Losses in stands of corn are an annual problem in many fields throughout the different sections of North Carolina. Corn is grown throughout the state which is, geographically speaking, divided into three distinct regions: (1) a broad coastal plain area in the east; (2) a rolling, hilly, piedmont area in the form of a broad strip some 150 miles wide running diagonally across the center of the state; and (3) a mountainous western section with many peaks up to 5000 feet.

Some pests, such as the southern corn rootworm (*Diabrotica undecimpunctata howardi* Barber), and the grassy wireworm (*Melanotus communis* [Gyll.] are common in all corn-growing sections of the state. Other pests such as the billbugs, *Calandra callosa* (Oliv.) and *Calandra maidis* (Chitt.) are more prevalent in the piedmont and coastal plain, especially in the latter area.

## Damaged Caused

Soil pests attack different parts of the corn plant. They are particularly destructive to the seed. The small larva of a common wireworm pest (*Glyphonyx bimarginatus* Schffr.), no longer than the corn seed itself, may and does prevent germination of the seed by its tunneling into the seed. The southern corn rootworm may destroy a seedling with one feeding attack on the tender developing stem of the plant. If the corn escapes early seed injury, then billbugs may destroy the young plant by their feeding on the stem just above the ground.

Damage in a field is usually progressive, oftentimes starting at a point near a ditch bank or field road. Frequently, damage seems to erupt over the entire field at the same time and increases rapidly in intensity. A good example of this type of field infestation was observed in two fields in eastern North Carolina this past spring where nearly 30 acres of corn were attacked, causing 70% loss of stand in a short period of time.

## The more common soil insect pests of corn in North Carolina

The same insect species may feed in all 3 areas of the plant—seed, root, and stem. A listing of the more common pests follows:

### Seed pests

1. The grassy wireworm, *Melanotus communis* (Gyll.)
2. *Conoderus lividus* (DeG.)
3. *Glyphonyx bimarginatus* Schffr.
4. The seed corn maggot, *Hylemyia cilicrura* (Rond.)
5. The southern corn rootworm, *Diabrotica undecimpunctata Howardi* Barber.

### Root pests

1. The grassy wireworm
2. *Conoderus lividus*
3. *Glyphonyx bimarginatus*
4. The sand wireworm, *Horistonotus uhlerii* Horn
5. The grape colaspis, *Colaspis flavida* Say
6. White Grubs, *Phyllophaga* spp.
7. Mole crickets, *Gryllotalpa* spp.

<sup>1</sup> Contribution from the Entomology Department, North Carolina Agricultural Experiment Station, Raleigh, North Carolina. Published with the approval of the Director of Research as Paper No. 1211 of the Journal Series.

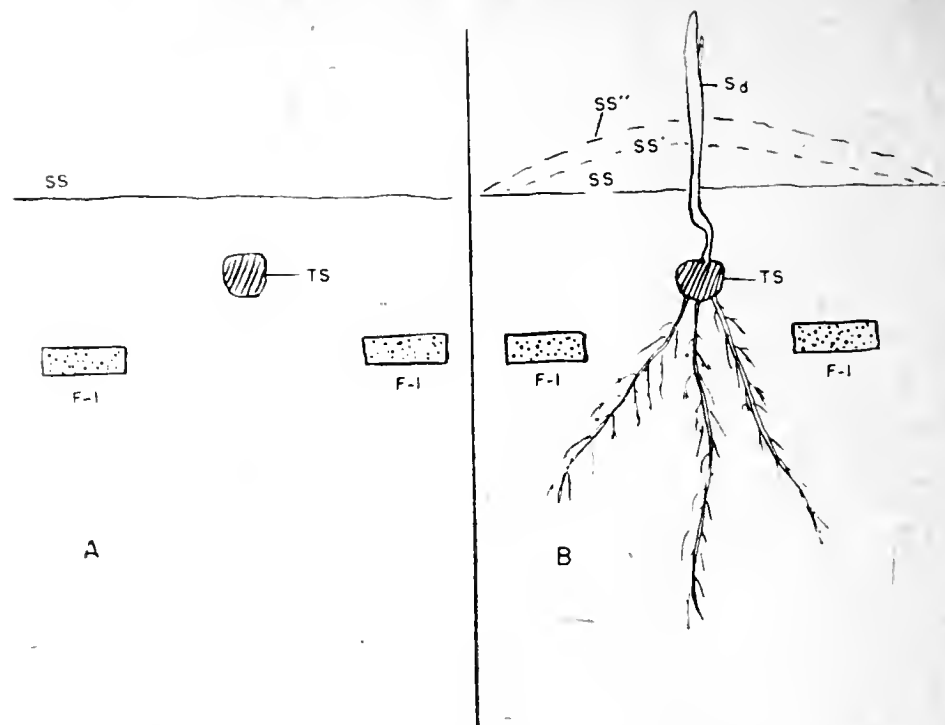


Fig. 1. Diagrammatic view of placement of fertilizer-insecticide mixture in bands below and to the side of the seed (A) and seedling (B).

F-I = fertilizer-insecticide mixture in band in the drill row; SS = original level of soil surface immediately after planting; SS' = soil level after first cultivation; SS'' = soil level after second cultivation; Sd = seedling; TS = treated seed.

#### Stem pests

1. The grassy wireworm
2. *Conoderus lividus*
3. The curlew-bug, *Calandra callosa* (Oliv.)
4. The maize billbug—*C. maidis* (Chitt.)
5. The sugarcane beetle, *Euethiola rugiceps* Lec.
6. Webworms, *Cramubs* spp.
7. Lesser cornstalk borer, *Elasmopalpus lignosellus* (Zeller)
8. Black cutworm, *Agrotis ypsilon* (Rott.)
9. Variegated cutworm, *Peridroma margaritosa* (Haw.)
10. Yellow-striped armyworm, *Prodenia ornithogalli* Guen.
11. The southern corn rootworm

Fortunately, these pests do not all attack corn at the same time nor in the same field. However, enough of them occur with too frequent a regularity in the same field or on the same farm so that the farmer is able to readily recognize early symptoms of attack or to associate certain cropping conditions with certain pests. For example, in some of our counties, the usual crop rotation is a small grain or oats and lespedeza, soybeans, and corn. In this type of rotation, the grower is beginning to notice that the usual pattern of wireworm, cutworm, and billbug attack is at the edges of his fields.

Furthermore, he notices more damage when corn follows a broadcast crop such as wheat. Wireworm damage he has noticed as being especially severe when corn follows a two-year stand of oats and lespedeza, sod-land, and permanent pasture.

As a matter of fact, some growers are able to identify trouble spots in many of their fields and anticipate the prevention of insect damage rather than the control of the pests once the damage is done. There is, of course, nothing new in this idea of preventing insect damage by soil pests. The difficulties of soil insect pest control have been recognized for years and various methods have been tried. Fertilizer-insecticide mixtures have been tried for years. A patent for a fertilizer-insecticide mixture was

issued as early as 1904 (see Kulash, 1955b). Seed coating materials have a longer recorded history. In the United States, Comstock and Slingerland reported on various seed coating materials for the control or prevention of wireworm damage as early as 1891. Treatment of the entire field to various depths has also been tried with a number of materials. Despite the general poor results that have been obtained in the past with various chemicals, research with newer chemicals has been doggedly carried on producing at best come fumigants that could only be used in land producing a high cost crop. But, in the case of corn, a low-cost effective material was not available until the chlorinated hydrocarbon materials appeared. (For a comprehensive review on the use of soil poisons for a wide variety of pests, see Gough, 1945.)

Over the past 10 years we have used a number of the newer materials including aldrin, benzene hexachloride, chlordane, DDT, dieldrin, endrin, EPN<sup>2</sup>, heptachlor, isodrin, parathion, systox and several experimental compounds. We have used three basic methods of application (seed coating, fertilizer-insecticide mixtures applied in bands in the drill row, and soil broadcast) as well as combinations of these methods. Much of this work has already been published (see Kulash, 1947, 1953, 1954, 1955a, 1956; Kulash and Monroe, 1954, 1955).

On the basis of these experiences, it appears that the best method of application, under the insect conditions prevailing in eastern North Carolina, is the broadcast method just before planting. The best materials, of those that we have used, are aldrin and heptachlor, at the rate of 2 pounds of actual or active ingredient per acre. These materials may be used as sprays, dusts, or granules. Soil should be cleared of debris and plowed as if for planting. The material is then applied and planting may take place immediately afterward or 2 or 3 weeks later. At one time we recommended applications in the fall up to 6 months before planting, but we found that such early applications were not effective against cutworms. As regards cutworms, the later the application before planting, the better the possibility of control.

Seed treatment and drill row applications looked promising at first for wireworm control. However, such treatments afford incomplete protection against wireworm attack as is evident from the description that follows and the accompanying diagrams (see fig. 1). As long as there is a low population of wireworms, the treated seed may act as a repellent and damage by wireworms may be avoided. However, when large populations of wireworms are present, treated seed may be repeatedly attacked and, although some larvae are killed, many soon enter the seed and destroy it completely. Our record count of the number of wireworms around a treated seed was 20.

The protection of the developing seedling presents another control problem in addition to that of seed protection. Treated seed may escape injury but the developing seedling stem and roots are not protected against wireworm attack. Thus, seed treatment may appear effective for 10 days to 2 weeks but as soon as stems and roots appear, feeding by wireworms begins on these parts and the plant may be completely destroyed.

The drill row method of applying fertilizer-insecticide does not afford the seed and the developing seedling complete protection against wireworm attack. A wireworm may be killed by crawling through the treated band before it reaches the seed but there is a good possibility of its reaching the seed without going through the treated band. Furthermore, as the seedling develops and as more soil is thrown around the stem in the process of normal cultivation, the greater the possibility for hidden stem attack and root attack as well.

<sup>2</sup> EPN = ethyl-p-nitrophenyl-thionobenzenephosphonate.

This description serves to point out the inadequacy of seed treatment and drill row applications of fertilizer-insecticide mixtures for wireworm control. These same difficulties are present when these methods are used to protect corn against attack by other soil pests as, for example, billbugs. The possibility that several of the soil insect pests may attack corn at the same time in the same field requires a more thorough method of control. A complete treatment of the soil seems to be the best answer under our conditions of growing corn, especially in eastern North Carolina. This method of application is gaining wide acceptance in several counties. In 1959, it was estimated that 1800 acres (10 per cent) of corn land was treated prior to planting in Hyde County with heptachlor and 2057 acres (30 per cent) in Tyrrell County with aldrin.

We do not recommend repeated annual treatment of corn land. Repeated, heavy applications can lead to the building up of resistance by soil pests to organic compounds (Reid and Cothbert, 1956). We do recommend that the grower become familiar with his soil pest problem and use the broadcast method in fields or sections of a field that he believes need protection. In order to reduce the possibility of migration of cutworms, billbugs, and chinch bugs from ditch banks and field roads, these too should be treated.

#### LITERATURE CITED

- COMSTOCK, J. H. and SLINGERLAND, M. V. 1891: Wireworms: Results of efforts to discover a practical method of preventing the ravages of these pests, and a study of the life history of several common species. Cornell Agric. Exp. Sta., Ent. Div., Bul. 33: 192—272. — GOUGH, H. C. 1945: A review of the literature on soil insecticides. Imperial Institute of Entomology (London): 166 pp. — KULASH, Walter M. 1947: Soil treatment for wireworms and cutworms. Jour. Econ. Entom. 40: 851—4. — KULASH, Walter M. 1953: Insecticidally treated seed for wireworm control Jour. Econ. Entom. 46: 434—41. — KULASH, Walter M. 1954: Growers trials for control of wireworms attacking corn. Jour. Econ. Entom. 47: 863—6. — KULASH, Walter M. 1955 a: Evaluation of effectiveness of materials and methods for controlling wireworms. Euclides (Madrid) 15: 199—207. — KULASH, Walter M. 1955 b: A review of insecticide-fertilizer mixtures. Farm Chemicals, 118: 35, 38, 40, 41 (Part I); 118: 35—8, 40 (Part II). — KULASH, Walter M. 1956: Further laboratory tests for wireworm control. Jour. Econ. Entom. 49: 65—7. — KULASH, Walter M. and R. J. Monroe. 1954: Laboratory tests for control of wireworms. Jour. Econ. Entom. 47: 341—5. — KULASH, Walter M. and R. J. Monroe. 1955: Field tests for control of wireworms attacking corn. Jour. Econ. Entom. 48: 11—19. — REID, W. J. Jr. and F. P. Cuthbert, Jr. 1956: Resistance of the southern potato wireworm to insecticides. Jour. Econ. Entomol. 49: 879—80.

## VERHALTENSTUDIEN BEI DER MITTELMEERFRUCHTFLIEGE *CERATITIS APITATA* Wied.

KARL MAYER

Durch den wachsenden Gütertausch wird *Ceratitis* in Obst- und Südfrüchten über Kontinente verschleppt und entwickelt in den heißen Sommermonaten auch in Mitteleuropa stark Populationen, die eine Gefahr für den Besatz der Obstbäume sind. Zur Klärung des Wirtspflanzenkreises und seines Einflusses unter unseren Klimabedingungen wurden daher Untersuchungen über das Verhalten dieser Art eingeleitet.

In Gärten (1, 2) und unter Versuchsbedingungen (9) erfolgt eine Eiablage an Aprikosen, Pfirsichen, Birnen, Äpfeln, Quitten, Erdbeeren, Stachelbeeren, Zwetschgen, Reineclauden, Kirschen und Weinbeeren. Im Versuch erfolgte auch eine Belegung von



Himbeeren, Johannisbeeren, *Lonicera*-Beeren, Tomate und grünen Bohnen. Die Liste dieser Wirte umfaßt mit einer Ausnahme nur Früchte, die eine der Kugel nahestehende Form aufweisen, die nach vergleichenden Verhaltensuntersuchungen von einer großen Zahl von Fruchtfliegen bei der Wahl des Eiablageortes bevorzugt wird. Eine Begrenzung durch Größe und Oberflächenstruktur ist nicht zu beobachten. Selbst maschinell geschälte Zitronen werden mit Eiern belegt. Verletzungen der Fruchtschalen werden bekanntlich bevorzugt gewählt. So konnte dieses Reizverhalten (6) zum Ausbau einer Züchtungsmethode ausgenutzt werden, bei der halbkugelförmige und durchbohrte gelbe Plastikkappen die Tiere zur Eiablage veranlaßten, sofern in diesen Kappen eine genügende Feuchtigkeit herrschte. Nach Untersuchungen meines Mitarbeiters Sanders ist aber nur der Kontrast entscheidend und nicht eine bestimmte Farbqualität. Stimulierend wirken auch Duftreize, unter denen Pfirsich und Cox-orange u. U. zu ihrer Wirkung noch taktile Reize übertreffen können. So gelang es, die Tiere zu veranlassen, ihre Eier aus einer Höhe von 10 cm auf Pfirsiche fallen zu lassen. Durch Kombination optischer, taktiler und chemischer Reize konnten *Ceratitis* zur Eiablage auf Petrischalen in den Nährbrei veranlaßt werden.

So wird verständlich, daß unsere Obstarten durchwegs belegt werden können. Im Frühjahr sind es Erdbeeren und im späten Herbst noch Quitten, deren Früchte ein günstiges Reizfeld schaffen und zur Eiablage aufgesucht werden (3). Auch Rosenknospen wurden den Fliegen zur Eiablage vorgelegt. Beim Aufblühen konnten 165 Eier in einer Blüte gezählt werden, die aber bald vertrockneten.

Die große Zahl der Wirte läßt erwarten, daß die Larven der Fruchtfliege keine Nahrungsspezialisten sind. Mit Hilfe von Eiablageattrappen (6), konnten genügend Eier gewonnen und ihre Entwicklung in verschiedenen Medien verfolgt werden. Aus allen bereits oben genannten Früchten — mit Ausnahme von Johannisbeere und *Lonicera* — schlüpften Imagines. Auch Weißkäse, Kürbis sowie Kohlrabi und Mohrrüben ermöglichten die Entwicklung zum Vollkerf. Diese Beobachtungen veranlaßten uns, an Stelle von Mohrrüben (6) auch Kartoffeln und Runkelrüben zur Herstellung des Nährbreis zu verwenden. Eine vollständige Entwicklung fand dagegen nicht statt in: Johannisbeere, *Lonicera*, Kartoffel, Futterrübe, Sellerie, Zwiebel und Schabefleisch. Johannisbeere und *Lonicera* bieten der Larve anscheinend nicht ausreichend Nahrung oder enthalten wie Birnen zuviel Flüssigkeit, so daß die Larven ertrinken. So konnte ein Birnenstamm nicht länger als 6 Monate gehalten werden, obwohl die Früchte zum Abfließen der Flüssigkeit mit einer Nadel angestochen wurden. Kartoffel, Futterrübe und Sellerieknolle trocknen an der Schnittfläche aus, so daß die Eier und jungen Larven bald eintrocknen. Die Zwiebel dagegen enthält Stoffe, die den Tod der Larven direkt bewirken.

Auch *Citrus*früchte, besonders Zitronen, enthalten antibiotisch wirkende Stoffe, die aber nur im Epikarp vorhanden sind, wie in einem einfachen Versuch gezeigt werden kann. Werden Eier auf Schnittflächen einer Zitrone gelegt, deren Schale nur tangential in Höhe der Ölzellen geschnitten wurde, so sterben die Eier ab; wird aber die Schale mit einem Korkbohrer durchbohrt und werden die Eier eingeführt, so entwickeln sich die Tiere zum Vollkerf. Diese Beobachtung erklärt die praktische Befallsfreiheit der Zitrone. Ist aber das Epikarp beschädigt und sind die Ölzellen zerstört, so können sich die jungen Larven ungeschädigt ins Fruchtfleisch einbohren (2).

Die Entwicklungsdauer in den verschiedenen Früchten ist außerordentlich variabel (Tab. 1). Die kürzeste Entwicklungszeit vom Ei bis zur Imago wurde bei 27,8° C in roten Tomaten mit 14, die längste in Kohlrabi mit 22 Tagen beobachtet. Die qualitativ verschiedene Ernährung hat eine unterschiedliche Empfindlichkeit der verschiedenen Entwicklungsstadien gegen Umwelteinflüsse zur Folge, die zu einer Ökotypenbildung führen kann.

Tabelle 1

	Entwicklungsdauer der Fliege vom Ei zur Imago bei 27,8°C
14 Tage	rote Tomate
15 Tage	grüne Tomate, grüne Bohnen
16 Tage	rote Tomate, grüne Bohnen, reifer Kürbis
17 Tage	rote Tomate*, grüne Bohnen, Mohrrüben Nährbrei
18 Tage	grüne Tomate*, grüne Bohnen*, Erdbeere*, Kirsche*, Himbeere*
19 Tage	rote und grüne Tomate, Kirsche, Erdbeere, Runkelrüben- und Kartoffel- Nährbrei
20 Tage	rote Tomate, gelbe Stachelbeere
21 Tage	Kirsche*, Erdbeere*
22 Tage	Kohlrabi (Gewebe künstlich gelockert)

\* Spontane Eiablage durch die Imago; die Eier wurden in die angestochenen Früchte eingeführt.

Da eine Änderung der Widerstandsfähigkeit von *Ceratitis* gegen Temperaturen unter dem Einfluß des Wirtes bekannt ist, wurden Stämme aus verschiedenen Nährmedien auf ihre Empfindlichkeit gegen Temperatureinflüsse untersucht. In Kälteversuchen zeigten Apfel- und Mohrrüben Tiere eine höhere Mortalität als Bananentiere. Dennoch konnte bisher nicht eine so starke Veränderung beobachtet werden, wie sie Böhm (1958) nachweisen konnte. In unseren Versuchen mit einem Stamm, der uns von Herrn Dr. Beran, Wien, freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurde, entwickelten sich im günstigsten Fall nach einem Aufenthalt von 7 Tagen bei 0,5°C die Tiere später zur Imago.

Bei unseren Ökotypen wurde auch die Empfindlichkeit gegenüber Methylbromid von Sanders bei einer Konzentration von 34 g/cbm und 30 Minuten Begasungsdauer untersucht. Die Sterblichkeit des Mohrrübenstammes innerhalb 24 Stunden betrug 85%, die des Bananenstammes dagegen nur 40%. Doch kann die Mortalität nicht als Kriterium für die Beurteilung hinzugezogen werden, da die begasten Mohrrüben Tiere sehr viele, die Bananentiere dagegen keine Eier ablegten.

Auch wurden Änderungen in der Schlüpfperiodik beobachtet. Bei 22°C liegt das Maximum gegen 11 Uhr bei dem Bananenstamm und um 13 Uhr beim Apfelstamm. Bei höheren Temperaturen fallen die Schlüpfzeiten zusammen und die Maxima werden früher beobachtet (bei 27°C gegen 9 Uhr), so daß bis 12 Uhr 80% der Tiere beider Stämme geschlüpft sind. Bei einer veränderten Tagesrhythmik mit Belichtungszeiten von 8—14 und von 20—2 Uhr, schlüpften die Tiere in einer zweigipfeligen Kurve, deren Maxima um 5 und 19 Uhr liegen, also kurz bevor die Belichtung einsetzt, während bei normalem Tagesrhythmus die größte Zahl der Tiere kurz vor der größten Strahlungsintensität die Puppe verläßt.

Da eingehendere Beobachtungen der Fliege im Freiland unter den herrschenden klimatischen Bedingungen erst durch ein geeignetes Köderverfahren möglich sind, wurden verschiedene Fallentypen und Köderstoffe auf ihre Wirkung untersucht. Die beste Attraktivwirkung zeigten Kleiehydrolysate, Hefe und Ammoniumverbindungen, sowie Kombinationen dieser Stoffe. Dank dem Entgegenkommen von Herrn Steiner-Hawaii konnten auch Angelikaöle verschiedener Provenienz sowie das von ihm entwickelte Siglure (11) mit in die Versuchsreihen aufgenommen werden. Al Falle wurde zunächst eine Kugel benutzt, in der als Fanglösung altes Äthylenglykoldiente, da frisches Äthylenglykol oder Prilwasser eine, wenn auch geringe Repellentwirkung in Verbindung mit dem Köder aufweisen. Ein gealtertes Angelikawurzelöl (Fa. Reimers) ergab bessere Fangergebnisse als jüngere Provenienzen, wie bereits bekannt (11). Die von Steiner (1957) für die praktische Bekämpfung entwickelt

Plastikfalle eignete sich nicht für unsere Laboruntersuchungen, da sie neben dem Köderstoff mit Insektiziden beschickt wird. Wurde als Fanglösung ein Kleiehydrolysat mit Triammoniumphosphat verwendet, so stieg die Ausbeute erheblich. Wesentliche Unterschiede nach den verschiedenen Provenienzen des Angelikaöls waren nicht festzustellen. Das Siglure gab in unseren Versuchen mit relativ geringen Fliegenzahlen keine besseren Ergebnisse.

Da gelber Farbenstrich die Attraktivwirkung der Fallen erhöht (7), wurden verschiedenfarbige Plastikbecher (10) über der Fangkugel befestigt. Bei Verwendung der Farben gelb, rot, blau und grün wurde, wie bereits festgestellt (5), keine Präferenz für einen bestimmten Farbreiz beobachtet. Aus entsprechenden Versuchen glauben wir annehmen zu können, daß nur der Farbkontrast zur Umgebung entscheidend ist. Daher scheint „grün“ für Fallen wenig geeignet, die im Blattwerk der Bäume aufgehängt werden.

In quantitativen Versuchen konnte nachgewiesen werden, daß Alter und Geschlecht das Fangergebnis beeinflussen. Angelikawurzelöl ist nach Steiner (12) ein Köder, der überwiegend Männchen anlockt. Wird das Öl allein verwendet, so sind die Fangergebnisse bei Jungtieren geringer als bei alten Tieren. Bei Kombination mit Kleiehydrolysat und Triammoniumphosphat wurden dagegen überwiegend Jungtiere geködert. In Versuchsreihen mit Köderstoffen wurden Angelikawurzelöl und Siglure von den Männchen bevorzugt. Weibchen wurden überwiegend durch ätherische Öle der Wirtspflanzen angelockt, die also in den Funktionskreisen Nahrung oder Eiablage von Bedeutung sind. Die Ergebnisse lassen erkennen, daß unter unseren klimatischen Bedingungen die Vernichtung einer *Ceratitis*-Population durch Fallen nicht möglich ist, wohl aber kann mit ihrer Hilfe der Populationsverlauf und die relative Besatzdichte ermittelt werden.

#### L I T E R A T U R

- (1) BAAS, J. 1959: Höfchen-Briefe 3, 111—140. — (2) BAAS, J. 1960 a: Gesunde Pflanzen 12, 72—74. — (3) BAAS, J. 1960 b: Gesunde Pflanzen 12, 106—110. — (4) BÖHM, H. 1958: Pflanzenschutzber. Wien 21, 129—157. — (5) GOMEZ & PLANES, S. 1940: Bol. Pat. veg. Ent. agric. 9, 277—297. — (6) FERON, M., DELANOU, P. & SORIA, F. 1958: Entomophage 3, 45—53. — (7) FREZAL, 1956: Report E.P.A. Progr. Nr. 284, 70. — (8) MAYER, K. 1959: Z. angew. Zool. 46, 380—382. — (9) OTTE, W. 1956: Anz. Schädlingkd. 29, 142—145. — (10) SCHWITULLA, H. 1958: Gesunde Pflanzen 10, 78—80. — (11) STEINER, L. F. 1957: J. econ. Ent. 50, 508—509. — (12) STEINER, L. F., MIYASHITA, D. H. & CHRISTENSON, L. D. 1957: J. econ Ent. 50, 505.

## THE INCIDENCE OF INSECT PESTS OF CROPS IN IRELAND

EUGENE McMAHON

Ireland is a detached portion of the European mainland from which it is separated by the shallow seas that overlie the continental shelf. The climate is typically west maritime with mild damp winters. The prevailing winds are from the west so that for the greater part of the year maritime air covers the country. Extremely high or low temperatures are unknown.

The climate favours the growing of grass crops and consequently the greater part of the arable land is under pasture and hay which makes livestock farming the principal feature of Irish agriculture. The land under other crops is divided into approximately 66% wheat, oats,

barley and a very small amount of rye; 33% potatoes, turnips, mangolds, sugar-beet, fodder beet and green crops; the remaining 1% is fruit and vegetables.

The insect fauna of Ireland is generally similar to Great Britain and western Europe. There are no species peculiar to Ireland but a few species occurring in Ireland have not been found in Great Britain. The bulk of the fauna is made up of species which are generally distributed over wide areas of the Palearctic region. Apart from these widespread forms, a northern group, common to Scandinavia and northern Europe and a southern group occurring in southern Europe and the Mediterranean region are recognised. Irish groups of insects which have been worked contain from one-half to two-thirds of the British fauna. This paucity of species in the Irish fauna as compared with that of Great Britain has been attributed more to past geological changes, resulting in the isolation of the area, than to ecological factors.

The insect pests of crops occurring in Ireland also occur in Great Britain and Europe but some important British pests are absent and others have never been numerous enough to cause noticeable injury to crops. The insects recorded in this paper are those which have attracted attention as causing moderate or severe injury to crops, other than fruit. They are tabulated under Orders and the nomenclature used is that published by Thomas and Janson in Technical Bulletin No. 6, British Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 1957.

### Order Thysanoptera

The information available on Irish Thysanoptera is meagre, no complete list has been published and only two species require mention here. The pea thrips, *Kakothrips robustus* (Uzel.), is only of importance in years when it is abundant and the population varies very much from year to year. It caused serious damage to pea crops in 1935 and some damage in 1934, 1936 and 1941. In other years it was of minor importance. The grain thrips, *Limothrips cerealium* Hal., is a common but not very destructive pest of grain crops.

### Order Hemiptera

Many hemipterous families which contain pests of importance elsewhere are of no importance on outdoor crops in Ireland and the only insects worthy of attention are aphids. *Brevicoryne brassicae* (L.), the cabbage aphid, is common and sometimes serious on *Brassica* crops. *Aphis fabae* Scop. is very common on beans and in some years on beet and mangolds. It was very abundant on sugar-beet in 1940, 1949 and 1958. *Acyrtosiphon pisum* (Harris) is occasionally very numerous in districts where peas are grown on a large scale. *Myzus persicae* (Sulz.) does not cause serious direct injury to crops but is important because it is an efficient vector of potato virus diseases. It is most common in eastern districts. Other aphids are also of some importance as virus vectors such as *Aphis nasturtii* Kltb., *Myzus ornatus* Laing., *Aulacorthum solani* (Kltb.) and possibly the species which occur on cereals.

### Order Coleoptera

*Aclypea opaca* (L.), the beet carrion beetle, has become a pest of some importance in beet growing districts since 1940. *Phyllopertha horticola* (L.), the garden chafer, is common in western areas and the larvae have been reported on many occasions as causing damage to pasture and occasionally as causing damage to crops following pasture. *Meligethes* spp. are common pests of *Brassica* seed crops. *Phyllotreta undulata* Kuts. is the commonest of the turnip flea beetles and *P. atra* (F.) is also quite common. *P. nemorum* (L.) and *P. nigripes* (F.) are scarce. *Chaetocnema concinna* (Marsh.) is only rarely numerous enough to be important. It was, however, serious on sugarbeet in some districts in 1952. *Psylliodes affinis* (Payk.), the potato flea beetle, is not a serious pest



but has on occasions attracted attention in small gardens. *P. chrysocephala* (L.), the cabbage stem flea beetle, is an important pest of autumn-sown cabbage in districts where cabbage plants are raised for sale. *Agriotes obscurus* (L.) seems to be the commonest species of wireworm and damage by wireworms is common when old pastures are ploughed and sown with cereals or potato. *Ceuthorrhynchus quadridens* (Panz.), the cabbage stem weevil, is occasionally serious in springsown cabbage.

### Order Lipidoptera

*Plutella maculipennis* (Curt.), the diamond-back moth, has occurred in serious numbers twice during the past thirty years, in 1949 and 1958. The 1949 outbreak was worst in south and west regions of the country, the 1958 outbreak was more severe and extended over the whole country. *Gortyna micacea* (Esp.), the rosy rustic moth, frequently attracts attention as a stem borer in potatoes. It has also been found on a few occasions causing damage to sugar beet. *Apamea secalis* (L.), the common rustic moth has often appeared as a pest of cereals and seemed to be unusually abundant in the spring of 1960. Cutworm caterpillars *Agrotis* and *Euxoa* species are common pests of crops in gardens. *Agrotis segetum* (Schiff.) caused damage to sugar beet crops in 1940. The white butterflies, *Pieris brassicae* (L.) and *P. rapae* (L.) are very common and destructive insects.

### Order Diptera

Leather jacket grubs are often very abundant and destructive to crops following grass. *Tipula paludosa* Meig. and *T. oleracea* L. are both common. *Contarinia nasturtii* (Kieff.), the swede midge, is common but populations vary very much so that it is reported as a pest at irregular intervals. 1936, 1941, 1942, 1943, 1950, 1952, 1956, 1957, and 1960 were years in which this insect was abundant. *Contarinia tritici* (Kirby) and *Sitodiplosis mosellana* (Géhin), the wheat blossom midges, are common and widely distributed but in most years they are not numerous enough to cause appreciable diminution of wheat yields. *C. tritici* occurred in enormous numbers in the south and south-east in 1951. Crop yields were seriously affected and many cases of complete failure were reported. This was a very unusual experience with this pest and possibly unique in the world. *Oscinella frit* (L.) is common but where good husbandry is practiced the injury caused to oats is not serious. There are some reports of moderate and severe damage in late-sown oat crops. In recent years re-seeding of pastures in autumn is practiced to some extent and there are reports of serious damage to ryegrass seedlings (*Lolium* spp.) by third generation larvae. *Chlorops pumilionis* (Bjerk.) the gout fly, is common but not very abundant and serious injury to barley is a rare occurrence. *Psila rosae* (F.) is a common and serious pest of carrots in all districts where carrots are frequently grown. *Erioischia brassicae* (Bouche) is also a common and destructive pest in market-garden areas and in gardens where brassicas are intensively grown. *Delia antiqua* (Meig.) is a pest in a few districts where onions have been grown for many years. *Pegomyia hyoscyami* var. *betae* (Curt.) is common on mangolds and beet. Severe damage to sugar beet crops occurred on a few occasions when there was a large early emergence of flies.

# SOME SAWFLIES OF ECONOMIC IMPORTANCE WITH SPECIAL REFERENCE TO SPECIES INFESTING ORNAMENTAL PLANTS

HERBERT W. MILES

The sawflies of Europe are now fairly well known and comprehensive lists of species have been compiled by specialists working in their several countries. In Germany and Austria excellent basic lists have long been available arising from the studies of Konow (1888—1908), and Enslin (1912—1918), in France through those of Edouard Andre (1879), and in Great Britain as a result of the work of Peter Cameron (1882—1893).

Biological details to support the lists of species have to be sought in many publications including those of Brischke and Zaddach (1862—1883), Loisele (1906), Morice (1903—1916), Perkins (1929), Miles (1931—1936) and Benson (1935—1958).

At the 10th International Congress of Entomology I dealt with the sawflies that are injurious to fruit crops in Western Europe and showed that representatives of at least twelve genera are involved (21).

In this paper I confine myself to those genera of sawflies that are associated with ornamental plants and trees and are occasionally present in such numbers as to constitute injurious outbreaks. For the present purpose, therefore, I am omitting most of those species that also infest fruit plants, even though they occur fairly regularly on decorative plants, e. g. certain species of *Hoplocampa* and *Holcocneme*, which use species of *Prunus*, *Pyrus* and *Crataegus* as their hosts whether these are grown as crops or as ornamentals.

It is permissible to include, however, species that infest wild plants that are so closely related to cultivated forms that infestation may be expected to occur from time to time on garden plants, even though there are no very recent records of their doing so.

Representatives of some twenty-six genera of sawflies are known to infest ornamental plants in Europe, other than members of the *Coniferae* and *Salicaceae*, and it is to these that I shall make brief reference. The sawfly genera concerned, and the host list, are as follows: —

Genus	Host plant
<i>ARGE</i> Schrank	<i>Rosa</i> , <i>Rubus</i>
<i>STERICTIPHORA</i> Billberg	<i>Rosa</i>
<i>ZARAEA</i> Leach	<i>Symphoricarpus</i> , <i>Lonicera</i>
<i>ABIA</i> Leach	<i>Scabiosa</i>
<i>ATHALIA</i> Leach	<i>Ajuga</i> , <i>Veronica</i>
<i>MONOSTEGIA</i> O. Costa	<i>Lysimachia</i>
<i>EMPRIA</i> Lep.	<i>Spiraea</i> , <i>Geum</i> , <i>Rubus</i>
<i>AMETASTEGIA</i> A. Costa	<i>Spiraea</i> , <i>Viola</i> , <i>Geranium</i>
<i>ALLANTUS</i> Panz.	<i>Rosa</i>
<i>ENDELOMYA</i> Ashmead	<i>Rosa</i>
<i>CALIROA</i> O. Costa	<i>Cotoneaster</i>
<i>PHYMATOCERA</i> Konow	<i>Polygonatum</i>
<i>RHADINOCERAEA</i> Konow	<i>Iris</i>
<i>ARDIS</i> Konow	<i>Rosa</i>
<i>BLENNOCAMPA</i> Hartig	<i>Rosa</i>
<i>CLADARDIS</i> Benson	<i>Rosa</i>
<i>MONOPHADNOIDES</i> Ashmead	<i>Geum</i> , <i>Fragaria</i> , <i>Filipendula</i>
<i>METALLUS</i> Forbes	<i>Geum</i>
<i>TENTHREDO</i> L.	<i>Buddleia</i> , <i>Hypericum</i> , <i>Petasites</i>
<i>MACROPHYA</i> Dahlbom	<i>Sambucus</i>
<i>CLADIUS</i> Rossi	<i>Rosa</i>

Genus	Host plant
<i>PRIOPHORUS</i> Dahlbom	<i>Prunus, Rubus</i>
<i>HOPLOCAMPA</i> Hartig	<i>Pyrus, Prunus, Crataegus</i>
<i>PRISTIPHORA</i> Latr.	<i>Aquilegia</i>
<i>CROESUS</i> Leach	<i>Corylus</i>
<i>NEMATUS</i> Panz.	<i>Aruncus, Robinia</i>

Some of these genera may contain only a single known species, e. g. *Monostegia* whereas others, like *Tenthredo* and *Empria*, may comprise several species some already known to feed upon ornamentals and some whose host range is quite unknown. While applied entomologists with their major concern for the protection of plants in the commercial context, might find it more helpful to see the host list given pre-eminence, the systematist will prefer to consider the known biological data as giving a lead to the better understanding of the sawfly genera. The larvae of most of the genera listed are leafeaters, feeding more or less fully exposed, but some feed in rolled leaves, some in developing fruit and others while inhabiting tunnels in the immature stems.

In many instances I have reared the species mentioned here and had the identity confirmed by my friend Mr. R. B. Benson, M. A. of the British Museum. I mention this because Benson (2) stated (1935) and it holds true to-day, that "much work on ecology, distribution and biology is almost worthless through inadequate systematics, for the importance of many of these studies depends on a final and accurate determination of species."

The wide range of sawfly genera, at least fifteen in my list, associated with plants of the family *Rosaceae*, reflects to some extent our use of many representatives of this family as cultivated plants. Throughout Europe there is scarcely a dwelling of any kind without a garden, or a field, hedge or farm boundary, in which some members of this popular family are not to be found. Add to this the success with which some of the cultivated plant species in the *Rosaceae* colonise waste places in a favourable climate, and the host plants are still more readily available.

Comparable observations could be made regarding members of the *Salicaceae* and the sawflies associated with them.

The generally mild climate of the British Isles and the wide range of native and introduced plants is reflected in the frequency of occurrence of sawflies as temporary pests of horticultural plants.

### The Family *ARGIDAE*

The genus *Arge* is well known and of widespread distribution in Europe and Asia where at least one species is a pest on *Berberis vulgaris* (29). Two species out of thirteen British forms occur fairly frequently; they are *Arge ochropus* Gmel. and Leach's form of *A. pagana* Panz. The green and yellow, black-spotted larva of the former is found on garden roses chiefly in the South of England; recent specimens are recorded from Berkshire, Hertfordshire and Middlesex where the species is often noticed in rose nurseries. The larvae of *A. pagana* are also found in nurseries usually on the root stocks to which the cultivars are budded, or in gardens where shoots from the stocks are allowed to grow temporarily. My own specimens are from Somerset. Perkins (24) records this species from the neighbouring county of Devonshire, and Benson (3) lists it from Hertfordshire and Buckingham.

The pale green larva of the interesting species, *Sterictophora geminata*, Gmel. usually occurs singly on *Rosa canina*; it is figured by Brischke (6). I have records from Cheshire and Somerset; these together with Benson's and other British records indicate a fairly wide distribution, though the numbers are seldom high.

While the two species of *Arge* may give two generations during the summer, *Sterictophora* seems to be univoltine in Great Britain.

Of the *ABIINAE*, *Zaraea fasciata* L. and *Z. lonicerae* L. occur on *Symphoricarpus*, the Snowberry, in the South of England, especially in such dry hot summers as 1958 and 1959 when the green, powdered, larvae were common in Kent in August and September feeding fully exposed in the early evening. Another Abiine, *A. sericea* L. is listed by Perkins, Benson and others as feeding upon *Scabiosa* and related plants. The adults are conspicuous insects and may be taken near the plants in August; there are, however, few records, like that of W. Dennison Roebuck (26) who stated that on July 28<sup>th</sup> 1881, Mr. G. T. Porritt, found the larvae feeding plentifully on *Scabiosa* at Lepton Great Wood near Huddersfield, Yorks. I have examined specimens from Westmorland (A. E. Wright), Cheshire, Woodwalton Fen (J. C. F. Fryer) and Kent (C. A. W. Duffield), but I have no records of its occurrence on *Scabiosa* in cultivation. Enslin repeats von Stein's description of the larva and states that it is univoltine and that it occurs throughout Europe and Asia Minor to Transcaucasia. The fact that males seem to be more frequently taken than females in Britain, and over a very long period, suggests that some of these may be migrants from the continent of Europe. This may also be true of the other species of *Abia*.

In the sub-family *BLENNOCAMPINAE* there are sawflies of diverse form and habit that infest a wide range of ornamental plants.

Sawflies of the genus *Athalia* were amongst the first to attract public attention. This was because of the destructive attacks by the caterpillars of *A. rosae* L. on turnips and radish. At the end of the 18th Century (13), they caused great devastation in South and East England and then disappeared for over forty years. In 1946—47 the species appeared again in the Channel Islands and in the Thames valley but did not establish itself as a serious pest. It is associated with forms of *Brassica campestris* and *Raphanus sativus* and the adults, and those of *A. glabricollis*, may be taken on the flowers of Charlock. Benson (3) has studied the genus very carefully in England and finds representatives on a wide range of hosts including *Ajuga*, *Veronica*, *Nepeta*, *Sisymbrium*, *Erysimum* and *Scutellaria* many varieties of which are grown in gardens. In view of the exceedingly common occurrence of adults of several species from May to August it is surprising that the larvae are not frequently reported from gardens. It may be that the disturbance factor is responsible for this.

Not much is known of the habits and biology of *Monostegia abdominalis* F. that infests *Lysimachia* and *Anagallis*, yet this sawfly is widely distributed and at least three species of its host plant are commonly cultivated in gardens in the British Isles, viz. *L. nummularia* and *L. vulgaris* in its several yellow-flowered forms, and *Anagallis linifolia*. The sawflies begin to emerge in May and there may be two or three generations during the summer (16). The eggs are laid in the leaf lamina, with some difficulty in *L. nummularia* which has characteristically thin leaves. Many attempts at egg-laying may be made unsuccessfully before an egg is effectively inserted. The eggs are large and roughly circular (1.5 mm—2.0 mm) and are rather conspicuous on the underside of the leaf. Incubation may take 8—12 days depending on the temperature.

The young larvae are pale green. They feed by scaling off the tissue on the undersides of the leaves and later may eat holes in the leaves or devour them entirely down to the midribs. As with related sawflies, the larvae rest on the leaves in a tightly curled position but on the least disturbance fall on to the soil and roll some little distance. Towards maturity the larva is 18—22 mm long and dark olive green. The sides and back are covered with fine greyish flaky material not unlike that on the larvae of *Abia*. This greyish powder is largely lost and the body becomes a clear green at the last moult and shortly after this the larva enters the soil for pupation. No cocoon



is formed and if saliva is secreted to coat the inside of the pupal chamber, then it is so thinly used that the walls of the chamber seem hardly strengthened at all. The pupal stage occupies about 9 to 27 days. The species produces females by parthenogenesis. English records are from Lancashire, Cheshire, Devon, Herts and Bucks and in gardens in Kent. Like many other species it does not usually appear in the same locality with any regularity. The larvae may be common one year and entirely missing in the year following. Moreover it is usually the second generation larvae that are most numerous and as these occur after the height of the flowering season of the host plants no great harm is done.

The genus *Empria* as defined by Benson (5), is represented in Britain by some 13 species and where the host plants are definitely known they are all of economic importance.

*E. tridens* on species of *Rubus* has been studied in some detail (17). Other species are associated with *Filipendula ulmaria*, the Meadowsweet, which is common throughout Great Britain, with *Geum*, of which many species, hybrids and varieties are grown in gardens, and *Fragaria*, some species of which, notably *F. monophylla*, are widely cultivated as rock garden plants.

In the genus *Ametastegia* three species frequently occur in gardens, *A. glabrata* (Fall), on *Chenopodium*, *Rumex* and *Polygonum*, *A. pallipes* (Spinola) on *Viola*, in its many cultivated forms, and *A. carpini* (Hartig) on cultivated species of *Geranium* and notably on *G. sanguineum*, *G. pratense*, *G. gymnocaulon* and *G. ibericum*. The sawflies are active from May onwards and may be taken until September. The eggs are laid in the undersides of the leaves, and slight discoloration soon draws attention to the egg sites. Hatching takes place in 10—12 days and the smooth pale green larvae feed from the undersurface, eating holes through the leaf blade. In the early stages a shot-hole effect may be noted; later the larvae fall readily and become more dispersed and feed anywhere on the leaves so that attack may be overlooked. Later generations may completely defoliate the plants. At maturity the larvae are 8—9 mm long. Pupation, at any rate in *A. glabrata* and *A. carpini* takes place in semi-woody or pithy stems, in chambers sealed with saliva. Parasitism is high in *A. glabrata* (22) and this factor, together with weather conditions, affects the numbers and local distribution of the species. I have noted destructive attacks by the larvae of *A. carpini* in Lancashire and Cheshire, in Gloucestershire and Somerset, and in Kent. In 1926 so serious was the infestation in some localities in Flintshire that it was difficult to find an undamaged leaf on the garden forms of *Geranium* in late July and early August. Benson finds this species and *A. pallipes* common in gardens in Herts and Bucks from May to August, and Perkins recorded both species seasonally common and occasionally injurious in Devonshire (24).

*Allantus cinctus* L. and *Endelomyia aethiops* F. both infest the cultivated rose, devouring or disfiguring the foliage. The larvae may be present at the same time on the bushes though *A. cinctus* usually appears earlier in the summer and has two generations. *E. aethiops* usually has only a single generation in Britain, though the larvae may occasionally be fairly numerous both in gardens on wild roses in hedges and scrub in the South of England. *A. cinctus* has the smooth green larvae fairly typical of the *Emphytini* (18) whereas *E. aethiops* (15) has the yellowish, slightly humped larvae known to American entomologists as slugworms, though they have no slimy coating as seen on the larvae of *Caliroa* O. Costa.

While the larvae of *A. cinctus* devour the leaves more or less entirely, those of *E. aethiops* scale off the lower epidermis and mesophyll and leave the upper epidermis which dries and curls. *A. cinctus* pupates in pithy stems; *E. aethiops* makes a fragile cocoon in the soil.

The larvae of *A. cinctus* are much more elusive than those of *E. aethiops* and are often difficult to find during the day, as they fall from the bushes at the slightest disturbance. The larvae of *E. aethiops* cling on to the leaves pertinaciously and so are more readily found. Both species are widely distributed in Great Britain but perhaps *A. cinctus* is the more frequently observed.

*Caliroa cerasi* L. is perhaps the best known member of its genus for the larvae are familiar to applied entomologists as dark green slugworms. Though infestation of pears and cherries is common in the South of England, and plums and damsons are occasionally attacked, *C. cerasi* will oviposit on *Cydonia*, *Crataegus* and *Mespilus*. These plants are all popular as ornamentals and the larvae can spoil the appearance of their foliage. The slugworms feed on the upper surface of leaves and skeletonise them. Adults appear in May and June and larvae are seen from early June onwards. Heavy rain and wind seems to be detrimental to the larvae and in some seasons, as 1960, for example, though adults were plentiful and egg laying proceeded normally, very few larvae from this generation reached maturity in parts of Kent. As the adults emerge over a prolonged period some of the later larvae may have a better opportunity to survive. The species is parthenogenetic and in England the males are only rarely seen. There may be two generations in favourable districts the larvae from the second usually being the more abundant. The late G. Fox Wilson was one of the first observers to call my attention to attack by *C. cerasi* on ornamental shrubs, and he noted it in the Royal Horticultural Society's gardens and elsewhere in Surrey. I have seen infestations from time to time on *Cotoneaster* in Gloucestershire and Somerset and more recently in Kent. Further study may well show that some strains have a more restricted host range than is at present supposed.

Benson (5) now assembles into the Tribe Blennocampini, *Phymatocera* Kon. *Rhadinoceraea* Kon. *Ardis* Kon. *Blennocampa* Hartig, *Cladardis* Benson and *Monophadnoides* Ashmead. Representatives of these genera are associated with plants used for ornamental purposes, and their larvae include leaf-eaters, leaf-rollers and stem borers. Two well-known examples often observed and reported from gardens, are *Rhadinoceraea micans* Klug. on *Iris pseudacorus* L. and *Phymatocera aterrima* Klug. on *Polygonatum multiflorum*.

The dark winged adults of *R. micans* are seen in May and June, and the larvae in June and July. The dark brownish larvae feed gregariously on the foliage of *Iris* species, usually growing in water. They often feed side by side and make a conspicuous dark mass as seen from the margin of an ornamental pool or pond. When mature the larvae fall off the leaves and curl up and appear to be wafted ashore by the wind. They pupate in the soil and have only one generation in the year. I have noted the species in Lancashire, Cheshire, Gloucestershire and Somerset. Benson records it from the margins of reservoirs in Herts. and Bucks. and C. A. W. Duffield has it from Brook, Nr. Wye, Kent.

*Phymatocera aterrima* Klug. has been known in England since about 1839. It occurs frequently and the handsome grey and blackspotted larvae soon defoliate even large clumps of Solomon's Seal. The larvae spin cocoons in the soil. There are usually two generations in the summer, the first adults appearing in late April and early May. The eggs are laid in the stem 6—8 in a row in one continuous incision. The larvae tend to be gregarious. As the host plant was probably introduced into England for medicinal or ornamental purposes Benson (3) suggests that *P. aterrima* was accidentally introduced at the same time and spread with the more general use of the host plant in gardens. Later *Polygonatum multiflorum* spread into suitable woodlands and is now well established, in some Beech woods and the sawfly now occurs with it. I have examined *Polygonatum officinale* on the Westmorland limestone but have not found

the sawfly there. It may be, as the records suggest, that the *P. aterrima* is fairly well confined to the Southern part of England.

*Ardis sulcata* (Cameron) and *A. brunniventris* Hartig are associated with *Rosa*. The larvae are stem borers and are occasionally destructive in nurseries and flower gardens. Both species are widely distributed in Northern Europe. *A. sulcata* is recorded at any rate as far north as Yorkshire and Cheshire, while *A. brunniventris* is found to range into the north of Scotland. The adults occur in May and June and erratically through the summer. Both species appear to be univoltine but much remains to be known of the biology and behaviour. I have seen specimens from Yealand, Lancs., Styal, Cheshire in June and July and have examined typical injury from Norfolk. Benson finds both species in Hertfordshire fairly commonly but Perkins' (1929) records suggests that they are only occasionally found in Devonshire.

Yet a third species of rose stem-borer is recorded as British and is placed by Benson (5) in his monotypic genus *Cladardis*. It is *C. elongatulus* Klug and specimens of it were apparently taken by J. Wilson at York late last century, and Cameron accepted that record. Wilson collected sawflies fairly consistently and his captures were frequently referred to by Roebuck (26) in his Yorkshire lists.

*Blennocampa pusilla* Klug is a small black sawfly whose characteristic injury to rose leaves is readily recognised. The female, having laid one or more eggs near the margin of a leaflet, cuts the leaflet longitudinally on the underside roughly parallel to the margin. The stimulation following this wounding causes the edge of the leaflet to curl inwards and enclose the sites that contain the eggs. When the larvae hatch they feed within the shelter of the rolled leaflets. In some cases the eggs fail to hatch; in others leaflets carrying no eggs may be cut by a gravid female so that there is frequently more rolling of the leaflets than the infestation by larvae seems to warrant. The species is common in parts of the South of England but is less frequent in the West and North. Observers note that it is of widespread occurrence in Europe.

### The genus *Monophadnoides*

Green larvae with conspicuously branched spines are frequently taken feeding on the undersides of the leaves of *Fragaria*, *Geum*, and *Filipendula* in gardens. This type of larva has long been known and indeed there is an excellent drawing of it published as long ago as 1837 by Hartig (10).

I have given an account (19) of the biology of one species under the name *Blennocampa waldheimii* Gimm. Benson's studies now lead him to think that the species that feeds on *Fragaria* is *confusa* Kon. that two species, *geniculata* Hartig and *waldheimii* Gimm., feed on *Geum*; *tenuicornis* Klug. feeds on *Filipendula*, and *puncticeps* Kon. on *Poterium*.

Several generations may be produced each summer and certainly a good deal of leaf injury may be caused from May to July. Obviously further biological work is necessary. At present Benson refers all these species to the genus *Monophadnoides* Ashmead.

### The Tribe *FENUSINI*

The sawflies whose larvae cause blistered areas in the leaves of trees and shrubs are known particularly to foresters and fruitgrowers. Several species are found that infest *Tilia*, *Ulmus*, *Alnus*, *Betula*, *Populus* and *Quercus*, and others are found on *Agrimonia*, *Potentilla* and *Geum*. *Metallus gei* Brischke causes severe disfiguring to cultivated Geums and is regarded as a pest in gardens, while *M. pumilus* Klug occurs widely over Europe and is a nuisance on cultivated forms of *Rubus*. *Fenella nigrita* Westwood is recognised as having races that are restricted separately to *Agrimonia* and *Potentilla*.



These leaf-blistering sawflies are amongst the smallest known, the adults usually ranging between 3—4 mm though some are even smaller. Parthenogenesis is habitual and for several species only the females are known as occurring in Britain.

Useful biological studies of species infesting shade trees have been made in America notably by R. B. Friend in Connecticut and Dowden<sup>1</sup> (1941) whose studies of their parasites are of special interest.

### The *TENTHREDININAE*

Representatives of this sub-family are common and widely distributed. Many species are listed from host plants closely allied to garden forms, yet it is comparatively rarely that the larvae are found in gardens. This may be due in part to the excessive amount of disturbance to the soil in gardens as compared with the comparative freedom from disturbance to the soil of hedge sides and stream banks, where these sawflies commonly occur. An exception, perhaps, is found in *Tenthredo scrophulariae* L. a species whose conspicuous larvae frequently occur on *Buddleia* in the South of England and especially on *B. alternifolia*. The fine wasp-like adults are active in June and the first larvae are found in late June and July. The eggs are laid singly in the leaf lamina often near a vein or the midrib, and the larvae are at first pale green. Later they become predominantly grey with black spots and may grow to 18—20 mm long. They are furtive by day but much more active in the evenings and at night when they devour the leaves leaving only the mid-ribs. As the larvae are dispersed over the bushes even a heavy infestation does not result in the conspicuous defoliation seen for example on *Ribes* after attack by *Pteronus ribesii* or *Pristiphora pallipes* (14).

There are two generations of *T. scrophulariae* in the South of England and I have noted infestations at Wye annually since 1955. The rapid vegetative growth made by *Buddleia alternifolia* immediately after flowering in mid-June, effectively masks the attack. Other species of *Buddleia* growing near *B. alternifolia* have either been avoided by egg-laying females of *T. scrophulariae* or are infested to a much less degree.

The race or races of *T. scrophulariae* L. that infests species of *Scrophularia* in the British Isles is widely distributed. Martineau (Miles, 20) had examples from Cornwall (1891), and in Somerset (1922) he took adults of both sexes as late as 14th September. Perkins (24) listed the species from Devonshire and Benson (3) refers, to it as "common in Herts. and Bucks., wherever *S. aquatica* L. abounds". My own additional records are Lancashire and Cheshire (1934) and North Somerset (1944).

Other species of *Tenthredo* listed by various workers as feeding on ornamental plants are *T. rossii* Panzer, on *Verbascum* and *Scrophularia*, by Enslin in Europe, and *T. amoena* Grav. and *T. zona* Klug on *Hypericum perforatum* L. in June. *T. distinguenda* R. v. Stein, which Benson thinks may feed on *Hypericum* (3), and which he lists from Hertfordshire; I have taken in North Somerset in May in open clearings in woods where *H. perforatum* L. was common.

One further tenthredinine must be mentioned, *T. mandibularis* F. The larvae of this species feed on *Petasites fragrans* Pr., a plant used widely in the British Isles as ground cover under shrubberies, and to clothe and protect steep banks from erosion. My examples of *T. mandibularis* are from Cheshire in 1919 and again in 1935.

In the genus *Macrophya*, two important species, *M. albicincta* Fallen and *M. ribis* Schr. infest *Sambucus* and are widely distributed. The adults fly in May and frequent *Mercurialis* but larvae are most usually observed in August and September which suggest that one or both of these species are bivoltine. *Sambucus niger*, the Common

<sup>1</sup> U.S.D.A. Tech. Bull 737.



Elderberry, and its cultivars, often grown in shrubberies, and Alpine and American species grown for their ornamental effect, are occasionally subjected to attack in late summer by the rather conspicuous greyish green larvae.

Though many of the tenthredinine sawflies are polyphagous some representatives, like *Macrophya*, have a narrow host range that includes plants of horticultural importance and therefore merit further study by applied entomologists.

### The NEMATINAE

In the *Nematinae*, as now defined by Ross (27) and by Benson (5), there are many sawflies of economic importance and in the Tribe *Cladiini* examples are found in the genera *Cladius* and *Priophorus*, on rosaceous plants, and in *Trichiocampus* on members of the *Salicaceae*.

The pale-green bristly larvae of *Cladius pectinicornis* L. may be seen on rose, strawberry and burnet from May until early September and when present in numbers they can be very destructive. The closely allied species *C. difformis* Panzer feeds upon these plants and also on meadowsweet, *Potentilla* and cinquefoil. Both sawflies are widely distributed in Britain and have several generations during the summer.

*Priophorus pallipes* Lep. and *P. pilicornis* Curtis are found on *Crataegus*, many forms of which are cultivated as ornamentals and as hedges. A good deal is known about the biology of *P. pallipes* (28), as it also occurs as a pest of plums and cherries; less is known of *P. pilicornis* though it is of common occurrence. I have records from Lancashire, Cheshire, Staffordshire and Wiltshire and there are also records in the Martineau-collection from Warwickshire. At least two generations are produced by both species during the summer months and considerable injury can be caused to the foliage of their host plants.

Of the *Nematini* Benson (5) recognises at least 180 species referable, as at present classified to 16 genera<sup>2</sup>.

These sawflies present great diversity of appearance, biology and behaviour and include the specialised univoltine fruit-infesting Hoplocampids, the gall-formers like *Euura* and *Pontania* and the many bivoltine, leaf-eating, species of *Pristiphora*, and *Nematus*.

In the genus *Dineura* Dahlb. *D. stilata* Klug is found on *Crataegus* and *D. testaceipes* Klug on *Sorbus aucuparia*. The larvae feed on the undersurfaces of the leaves and hold themselves in a curiously flattened manner. They often skeletonise the foliage and disfigure ornamental forms of their host trees. They are widely distributed in the British Isles. I have records from Cheshire, Lancashire, and Westmorland for *D. stilata* but *D. testaceipes* appears less common and my only record is from Lathom, Lanc. (M. Cohen 1940).

Several species of *Pristiphora* are known from gardens but special interest is attached to the more recently recognised *P. alnivora* Hartig. This species feeds on *Aquilegia* in its many garden hybrids and varieties. It was found in Middlesex and Devon in 1946 and in 1949 at Wye, Kent. The species is parthenogenetic and produces females by this means. It has several generations during the summer months and its pale green smooth larvae may completely defoliate its host plant. It may feed until late in September in a favourable season. It pupates in a parchment-like cocoon in the soil and adults emerge as early as April in the South of England.

<sup>2</sup> Laurenz und Kraus, „Die Larvalsystematik der Blattwespen“ (Berlin 1957) will be found of great help in the identification of the larvae of some of these admittedly difficult forms.

*Pristiphora pallipes* Lep. also a multi-voltine species (14) infests *Ribes* and may be found on the ornamental examples of this genus grown in shrubberies and wild gardens.

The larvae of *Croesus septentrionalis* L. also occur in shrubberies and infest particularly, species of *Corylus*. The larvae are well known as a pest in the hazel nut plantations in Kent and Sussex where they feed in characteristic fashion, gregariously on the leaf margins; their simultaneous waving motions easily attract attention. The larvae are large and conspicuous being black-headed and green bodied with black spots and having orange tails. (An excellent illustration in colour is given in Brischke and Zaddach 1873 plate 1 (4) fig. 2.) They pupate in the soil. The species appears to be bivoltine and adults may be taken from May to early August. Theobald (28) recorded this species from Kent, Surrey, Hampshire, Devon, Somerset Hereford, Warwickshire, Cambridge and Middlesex. My own more recent records are from Warwickshire, Somerset and Kent.

Several species of *Nematus* are found in gardens and attract attention by the serious defoliation they cause to their host plants. Perhaps the best known to gardeners is the species that attacks *Aruncus silvester*. This is *Nematus spiraeae* Zadd. which was first recorded for Britain in 1924. The species has several generations and is female producing by parthenogenesis. It appears to be more common in the South and West of England than elsewhere in Great Britain though there is a record as far north as Angus (5).

A second species that infests an introduced plant (Benson [2]) is *Nematus tibialis* Newman, on the false acacia, *Robinia pseudoacacia*, a tree that was brought in from North America and widely planted during the early part of the 19<sup>th</sup> Century under the vigorous advocacy of William Cobbett (8). This ornamental tree is to be seen in many gardens, public parks and estates in England and usually the sawfly larva can be found upon it sometime during the summer.

The adults occur in May and June and the green larvae a little later. The species is parthenogenetic and only females are known in Great Britain. One of Wilson's early records is from Holgate, York. (1881) (Roebuck [26]). I have records from Wimbledon (1925), and Freshfield, Lancs. (1932).

Benson (3) finds the species to be bi-voltine and has recorded it from a "very old tree in the grounds of Berkhamsted School", 1936. The larvae have been taken for several years past on a tree in the College precincts at Wye by B. Emmett.

## CONCLUSIONS

This brief survey has shown that an extremely wide range of species of sawflies infest ornamental plants in Great Britain and the list is still wider for Western Europe and North America.

If to the garden plants, mentioned here is added the trees and shrubs used for shade and shelter, that are subject to sawfly infestation, then it can be seen that these insects merit much further study by applied entomologists.

Foresters are already aware of the risk of damage to timber trees that follows sawfly attack and are fully alive to the importance of biological and management aspects of control. Only occasionally are drastic and direct chemical measures necessary in forested areas. In gardens and nurseries the local use of insecticides when infestations appear excessive will give adequate control particularly if directed towards the first generation of those species having more than one generation in the season.

The routine disturbance to garden soils and the use of irrigation does much to make conditions unsuited to the building up of heavy infestations. Parasitism, predation by insects, rodents and birds, and infection by fungi and bacteria during the pre-pupal and pupal periods, are other factors that have a powerful effect in limiting sawfly populations.

# REFERENCES

- (1) ANDRÉ (1879): Hyménoptères D'Europe etc. (Beaune) Vol. 1. — (2) BENSON (1935): Ann. App. Biol. XXII. 754—768. — (3) BENSON (1940): Trans. Herts. Nat. Hist. Soc. 21. 177—231. — (4) BENSON (1950): Trans. Soc. Brit. Ent. 10. 45—142. — (5) BENSON (1951—1958): Handbook, Brit. Insects. *Hymenoptera - Symphyta* Ent. Soc. London. — (6) BRISCHKE & ZADDACH (1862—1883): Beob. u. d. art. d. Blatt- und Holzwespen. — (7) CAMERON (1882—1883): British Phytographous Hym. Vols. I—IV. — (8) COBBETT (1825): A treatise on planting (London). — (9) ENSLIN (1912—1918): Beih. Dtsch. Ent. Zeitsch. Dec. 1912—Juli 1918 (Berlin). — (10) HARTIG (1837): Die Fam. der Blattwespen etc. (Berlin). — (11a) KONOW (1888): Die Blattw., Deutsche Ent. Zeitsch. XXXII. Part. I. — (11b) KONOW (1901): Zeitschr. f. Hymenopt. und Dipt. Part. II. etc. — (12) LOISELLE (1906—1909): Feuille jeune Nat. var. Vols. — (13) MARSHALL (1787): Rural Economy of Norfolk. Vol. II. 285—320. — (14) MILES (1932): Bull. Ent. Res. XXIII. 1—15. — (15) MILES (1935): Ann. App. Biol. XXII. 126—132. — (16) MILES (1936): Journ. Linn. Soc. XXXIX. p. 470—476. — (17) MILES (1936): Journ. Linn. Soc. XXXIX. p. 465—470. — (18) MILES (1936): Bull. Ent. Res. 27. pp. 467—469. — (19) MILES (1936): Bull. Ent. Res. 27. 469—472. — (20) MILES (1939): Proc. Birm. Nat. Hist. and Phil. Soc. XVII. 203—210. — (21) MILES (1958): Proc. 10th Int. Cong. Ent. Montreal II. pp. 417—20. — (22) MILES (1958): Agriculture, 65. 402—405. — (23) MORICE (1903—1916): Ent. Mon. Mag. XXIX—LII. — (24) PERKINS (1929): Rept. Devon. Ass. Adv. Sc. LXI. pp. 281—310. — (25) ROBBINS (1927): Lond. Nat. 1926. 11—15. — (26) ROEBUCK (1877—1881): York. Faunal Lists. I. 1877. III. 1879, 80 and 81. — (27) ROSS (1951): U.S.D.A. Monograph. 2. p. 31. — (28) THEOBALD (1909): Insect Pests of Fruit etc. (Wye) pp. 303—305. — (29) ZIRNGIEBL (1932): Mitt. D. ent. Ges. Jahrg. 3 Nr. 4. pp. 58—62.

## *PSEUDOCOCCUS* SP. — EIN NEUER ERDBEERSCHÄDLING IN JUGOSLAWIEN

NADEŽDA MITIĆ-MUŽINA

Im Laufe der letzten zwei bis drei Jahre wurde der Erdbeeranbau in der Nähe von Belgrad (Donaubecken, Umgebung von Grocka), durch das Vorkommen einer Schildlaus aus der Gattung *Pseudococcus* Westw. ernstlich gefährdet. Die Ergebnisse bisheriger morphologischer und biologischer Forschungen deuten an, daß es sich um eine neue, bis jetzt noch nicht bekannte Art handelt. Mit Rücksicht darauf, daß wir die betreffende Literatur mit ausführlichen Beschreibungen sämtlicher bisher registrierten Arten dieser Gattung noch nicht anschaffen konnten, lassen wir die endgültige Bestimmung für eine spätere Zeit. An dieser Stelle möchten wir deshalb nur auf die Feststellung dieses Schädling und auf seine Schädlichkeit hinweisen und einige Angaben über seine Fortpflanzung angeben.

Die Erdbeeren-Schildlaus (*Pseudococcus* sp.) wurde in Serbien vorläufig nur im Gebiete von Grocka-Smederevo-Belgrad festgestellt. Der Ausgangsherd, von welchem sie sich hier verbreitet, stellt nach den vorhandenen Daten die mit Erdbeeren bepflanzte Fläche südlich von Grocka dar. Dies ist zugleich die Gegend, in welcher sowohl im vorigen als auch in diesem Jahre der schwerste Befall beobachtet wurde. Der Schädling hat das Welken der Erdbeeren auf größeren Flächen verursacht, so daß die Umackerung der zwei- und dreijährigen Erdbeerbeete in der Phase der vollen Fruchtbarkeit vorgenommen wurde.

Wie die übrigen Arten dieser Gattung, so ist auch *Pseudococcus* sp. sein ganzes Leben beweglich und die neu geschlüpften Larven sowie die jungen Weibchen weisen eine außerordentliche Lebhaftigkeit auf. Dieser Schädling greift die ober der Erde liegenden Teile der Erdbeeren an, und zwar die Blätter und Stengel. Weniger oft ist er an Blütenknospen, an Kelchblättern oder an Fruchtknoten zu finden. Er kann als Blattschädling betrachtet werden. Er verweilt und ernährt sich hauptsächlich auf der Rückseite des Blattes um die ausgeprägteren Hauptnerven. Beim Massenangriff aber begibt er sich auch auf die Oberseite. Er hält sich mit Vorliebe auf älteren, unteren Blättern auf, und am zahlreichsten sind die Schädlinge auf jenen Blättern anzutreffen, deren Rückseite fast den Boden berührt. Stark angegriffene Blätter beginnen zu welken um allmählich vollkommen zu vertrocknen. Die Läuse verlassen die trockenen Pflanzen und ziehen auf umliegende, noch frische Stauden. Die gesteigerte Zahl der Schädlinge ruft binnen kurzer Zeit den Verfall auch dieser Pflanzen hervor, so daß das Welken, vom Mittelpunkt ausgehend, in Form konzentrischer Kreise um sich greift. Die Populationsdichte des *Pseudococcus* ist an den Erdbeerblättern in der Grenzzone am größten und die kahlen Flecken mit vertrockneten Pflanzen sind mehr oder weniger kreisförmig. Solche Lücken an größeren, mit Erdbeeren bewachsenen Flächen stellen ein für die Anwesenheit des *Pseudococcus* charakteristisches Merkmal dar.

Ein rascher Verfall der Pflanzen, auch jener, bei welchen nur ältere Blätter befallen wurden, während die inneren, jungen Blätter vollkommen frei von Schädlingen sind, sowie gewisse Veränderungen im Grad der Elastizität und in der Farbe der Blätter deuten auf die Möglichkeit hin, daß die Erdbeer-Schildlaus eine Viruskrankheit überträgt, was aber bis jetzt experimentell noch nicht nachgeprüft wurde.

Der Schädling macht sich von Anfang Mai bis spät in den Herbst bemerkbar. Erwachsene Weibchen sowie junge Larven erscheinen anfangs Juni.

*Pseudococcus* sp. ist eine ovovivipare Art. Die Larven schlüpfen bereits am Vaginalausgang aus, bleiben aber noch 1—2 Tage unter der Mutter liegen. Die Legperiode eines Weibchens dauert von 40—60 Tage. Die meisten Larven schlüpfen aber schon binnen der ersten 30 Tage aus.

Die Fruchtbarkeit der Weibchen variiert sehr stark. Die Untersuchungen über die Fruchtbarkeit wurden im Laufe der Jahre 1959 und 1960 im Insektarium vorgenommen. Die einzelnen Weibchen wurden auf Erdbeerblättern angesetzt und die ausgekrochenen Larven wurden täglich während der ganzen Legeperiode gezählt und nachher vom Blatt beseitigt.

Die maximale Zahl der Larven je Weibchen (von insgesamt 28 Weibchen, die zur Untersuchung hatten) betrug 365, während sie im Jahre 1960 fast doppelt so groß war und sich (bei 35 zur Untersuchung vorliegenden Weibchen) auf 605 belief. Die Minimalzahl der Larven ist in beiden Jahren ungefähr gleich, 102 Larven im Jahre 1959 gegen 118 im Jahre 1960. Der Durchschnitt beträgt  $184 \pm 11,8$  im Jahre 1959 und  $269 \pm 16,6$  im Jahre 1960.

Die verhältnismäßig hohe Fruchtbarkeit und die größere Anzahl von Generationen im Laufe des Sommers rufen eine merkbare Steigerung der Populationsdichte dieses Schädlings in der zweiten Sommerhälfte hervor, so daß es hauptsächlich am Ende des Sommers und Anfang des Herbstes zu einem Massenverfall der Erdbeerpflanzen kommt.



# DIE ABUNDANZ DER WILDBIENEN IN UNGARISCHEN LUZERNEFELDERN (*Hym. Apoidea*)

L. MÓCZÁR

Die Notwendigkeit der Untersuchung der in Luzernefeldern tätigen Apoiden wurde in Ungarn dadurch aktuell, daß festgestellt werden mußte, ob und in welchem Maße Luzernezüchter bei ihren Versuchen zur Züchtung neuer Sorten unter Ausnützung der erhöhten hybriden Lebenskraft, mit der sehr wichtigen Mitarbeit der bienenartigen Insekten rechnen können.

Nachdem das Arbeitssystem ausgearbeitet war (Móczár 1954), stellte ich zur Datensammlung Mitarbeiter ein. Auf diese Weise wurde es ermöglicht, daß wir während des Sommers in drei aufeinanderfolgenden Jahren zur Zeit der Luzerneblüte oft sogar gleichzeitig in zehn verschiedenen, für die Luzernezüchtung charakteristischen Gegenden Ungarns (Abb. 1) 10 Tage hindurch Angaben sammeln konnten.

Durch Einsammlungen stellten wir ferner die Dominanz der sich auf der Luzerne aufhaltenden Apoiden-Arten fest. Mittels Streiftaxierung und mit Hilfe des Balogh'schen indirekten Häufigkeitsindex (Balogh 1953), wertete ich täglich die Abundanz der eine 100 m<sup>2</sup> Fläche befliegenden Wildbienen aus. Wir haben auch die Tätigkeit der wichtigsten Arten während ihrer Blütenbesuche beobachtet (Móczár 1959). In dem folgenden behandle ich nur die Ergebnisse der Abundanzuntersuchungen bezüglich der Wildbienen.

An den verschiedenen Luzerneanbaugebieten Ungarns haben wir mittels Streiftaxierung auf 26.990 m<sup>2</sup> 11,324 Wildbienen, die Honigbienen miteinberechnet 32,581 Apoiden notiert. Die Individuendichte der Wildbienen war auf 10 m<sup>2</sup> 4,2. Den Wert der Daten erhöht wahrscheinlich die Tatsache, daß die durchschnittlichen Ergebnisse der drei Jahre: 4,17 — 3,87 — 4,20 einander sehr nahe stehen. Diese Durchschnittsdichte der Wildbienen scheint ein sehr gutes Ergebnis im Vergleich zu anderen Ländern zu sein. Stapel (1943) hat in Dänemark zwischen den Daten zweier Jahre folgende Unterschiede gefunden: *Eucera longicornis* 1 : 6,1, *Bombus* 1 : 3, *Melitta* 1 : 8,3.

Wenn wir die Abundanzdaten der einzelnen Arten auf ein Hektar zum Vergleichen mit den Angaben anderer Länder umrechnen, kamen in den Jahren 1954—1955 und 1956 die Wildbienen auf der blühenden Samenluzerne in folgender durchschnittlichen Dichte vor: *Eucera clypeata* Er. 960/ha, *Melitta leporina* Pz. 790/ha, *Andrena ovatula* K. 710/ha, *Bombus lapidarius* L. 250, *Halictus eurygnathus* Blüthg. und *Bombus terrestris* L. 170, *Andrena flavipes* Pz. und *Melittuga clavicornis* Latr., 110, *Halictus rubicundus* Christ. und *Eucera pollinosa* Schmidt 100, *Eucera cinerea* Lep. 80, *Eucera nitidiventris* Mocs. und *Halictus maculatus* Sm. 50, *Rhophites canus* Ev. 40, *Halictus calceatus* Scop., *Bombus hortorum* L. und *B. silvarum distinctus* Vogt. 30, *Rhophites 5-spinosus* Spin., *Eucera longicornis* L., *Megachile argentata* F., *Halictus vestitus* Lep., *H. euboensis* Strand, *H. geminatus* Pér. 20, *Tetralonia tricineta* Er., *Bombus derhamellus* K., *B. muscorum* F., *Megachile centuncularis* L., *Halictus major* Nyl., *H. fasciatus* Nyl., *H. viridiaeneus* Blüthg., *Rhophites hartmanni* Friese, *Anthidium florentium* F., *Andrena labialis* K. und *A. variabilis* Sm. 10.

Wenn wir hingegen die Daten der durchschnittlichen Dichtigkeit pro Hektar für die einzelnen Gebiete prüfen, bekommen wir folgende Unterschiede:

Es konnte festgestellt werden, daß in Wirklichkeit *Eucera clypeata* nur in einem großen Teil des großen ungarischen Tieflandes, am dichtesten in Groß-Kunság und Klein-Kunság fliegt (3220—2550 ha), während in den Komitates Békés und Fejér ihre Individuenzahl viel geringer ist (830—550 ha). Im Komitat Somogy kommt sie dagegen wieder in sehr großer Menge vor (1000 ha), so daß diese Art sich als die wichtigste Wildbiene auf den Luzernefeldern der Tiefebene erweist.

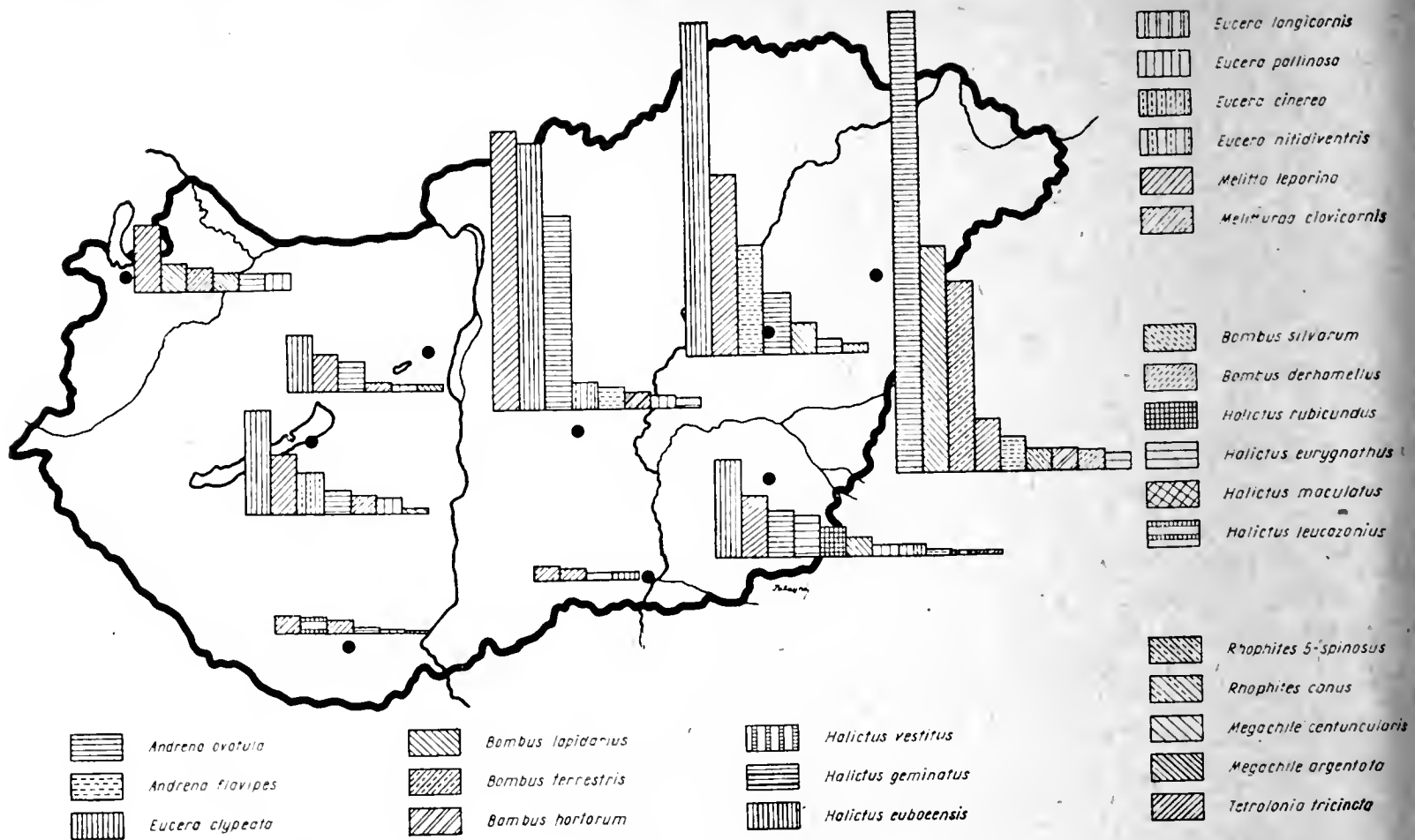


Abb. 1. Die Abundanz der einzelnen Arten in ungarischen Luzernefeldern.

*Melitta leporina* hat sich jenseits der Donau und teilweise in der großen Tiefebene (Kiskunság, Nagyunság und Békés) als subdominant gezeigt. In hervorragender Dichte war sie in der großen Tiefebene geflogen (2600—1870 ha). *Andrena ovatula* war im östlichen Teil der großen Tiefebene, in der Hajduság und im Komitat Békés dominant bzw. subdominant und wies dort eine Dichte auf, die alle anderen Wildbienen übertraf (4340 ha). Die *Bombus*-Arten (besonders *lapidarius* und *terrestris*) waren am nördlichen Rand der Tiefebene in der Hanság und Hajduság subdominant (Abb. 1) und kamen dort in größter Menge vor (2570—1770 ha).

Wenn wir diese Daten mit jenen anderer Forscher vergleichen, kommen wir zum folgenden Ergebnis. Stapel (1943) hat im Jahre 1941 1505 Wildbienen (*Bombus*, *Melitta*, *Eucera*) pro Hektar nachgewiesen, im Jahre 1942 hingegen 249 Wildbienen. In Ungarn konnte man im gleichmäßigen Durchschnitt von drei Jahren 4200 Wildbienen feststellen. Wenn wir die Menge der auf gleiche Weise untersuchten Arten pro Hektar prüfen, erhalten wir für Ungarn ebenfalls eine größere Anzahl von Individuen.

Stapel hat im Jahre 1941 98, im Jahre 1942 16 Individuen von *Eucera longicornis* nachgewiesen. In Ungarn kommt zwar diese Art im dreijährigen Durchschnitt in einer Anzahl von 20 ha vor, außerdem leben aber bei uns noch folgende *Eucera*-Arten und, wie aus den Daten ersichtlich, in viel größerer Menge: *Eucera clypeata* 960, *E. pollinosa* 100, *E. cinerea* 80, *E. nitidiventris* 50 ha.

Stapel hat im Jahre 1941 1150 Individuen von *Melitta leporina* nachgewiesen, im Jahre 1942 hingegen bloß 147 Exemplare pro Hektar. Petersen (1954) hat ebenfalls für Dänemark im 7jährigen Durchschnitt 75 Exemplare festgestellt. In Ungarn kann man im 3jährigen Durchschnitt 780 Exemplare pro Hektar feststellen.

Stapel (1943) hat im Jahre 1941 über 256 *Bombus*-Individuen (größtenteils *B. terrestris*, in geringerem Maße *B. agrorum* und in unbedeutender Anzahl *B. lapidarius*, *B. hortorum*, *B. muscorum*, *B. distinguendus*, *B. ruderarius*), im Jahre 1942 hingegen über 86 Exemplare berichtet. Petersen (1954) hat daselbst im 7jährigen Durchschnitt

50 Exemplare gefunden. Nach den 3jährigen Beobachtungen Lesinš (1950) in Schweden variiert die Individuenzahl der *Bombus*-Arten zwischen 79 und 514. Wenn wir nun für Ungarn nur *Bombus terrestris* in Betracht ziehen, bekommen wir 170 Exemplare. Wenn wir hingegen zu Vergleichszwecken die Häufigsten 5 *Bombus*-Arten nehmen, bekommen wir 490 Exemplare pro Hektar.

Bieberdorf (1949), Popov (1951) und andere berichteten über Arten, die sie auf blühenden Luzernefeldern gefunden haben. Da sie aber die Menge der bestäubenden Wildbienen nicht pro Hektar angeben, können ihre wertvollen Ergebnisse hier nicht zum Vergleich benützt werden.

Vansell und Todd (1946) haben an Tagen mit günstiger Witterung in den Mittagsstunden in einem Luzernefelde 400 Exemplare von *Megachile* gefunden. Im Laufe der Untersuchungen in Somogy im Jahre 1954 war der 9tägige Durchschnitt von zwei *Megachile*-Arten 400 Exemplare pro Hektar (*M. centuncularis* und *M. rubrimana*).

Die angeführten Autoren haben max. 1700 *Nomia*-Exemplare (diese waren die wichtigsten Bestäuber amerikanischer Luzerne) und 266 *Bombus*-Individuen im Laufe eines Tages gefunden. Da in Ungarn die *Nomia*-Arten auf Luzerne verhältnismäßig nur in ganz geringer Anzahl leben, wäre es wahrscheinlich zweckmäßiger, diese Angaben mit den folgenden, ähnlich täglich maximalen Daten über die wichtigsten Bestäuber der Luzerne zu vergleichen:

<i>Andrena ovatula</i> 2. VIII. 1954 Hajduság	13,800 Exemplare/ha
<i>Eucera clypeata</i> 21. VII. 1955 Kiskunság	9,280 Exemplare/ha
<i>Melitta leporina</i> 10. VII. 1956 Kiskunság	9,350 Exemplare/ha
<i>Bombus terrestris</i> 21. VII. 1956 Hanság	8,400 Exemplare/ha
<i>B. lapidarius</i> 13. VIII. 1954 Hajduság	7,700 Exemplare/ha

Faßt man die obigen Daten zusammen, so dürfte es nicht nur auf Grund des Durchschnittes unserer dreijährigen Untersuchungen, sondern auch auf Grund der günstigen örtlichen oder täglichen Resultate feststehen, daß, im Vergleich mit den in der Literatur bisher angegebenen Daten, in Ungarn viel mehr Wildbienen die blühende Luzerne besuchen, was infolge der günstigen klimatischen und zoogeographischen Lage des Gebietes begründet erscheint. Da sich auch ihre blumenöffnende Tätigkeit als hervorragend erwies (Móczár 1959), darf als bewiesen angenommen werden, daß die durch die Wildbienen auf natürlichem Wege erfolgte Bestäubung auch quantitativ gesichert ist.

#### L I T E R A T U R

- BALOGH, J. (1953): Grundzüge der Zooökologie, Budapest, 1953 pp. 248. — BIEBERDORF, G. A. (1951): Some observations on pollination of alfalfa hay. Proc. Ocla. Acad. Sci., Stillwater, 30. p. 49—51. — LESINS, K. (1950): Investigations into seed setting of lucerne at Ultuna, Sweden, 1945—1949, Ann. Royal Agr. College, Sweden, 17. p. 441—483. — MÓCZÁR, L. (1954): Flower-Visiting on a Meadow and a Lucerne Field, Ann. hist.-nat. Mus. Nat. Hung. 5. p. 387—399. — MÓCZÁR, L. (1959): The Activity of the Wild Bees (*Hym., Apoidea*) in Hungarian Lucerne Fields. Acta Agronomica Acad. Sci. Hung., 9. p. 237—289. — PETERSEN, H. L. (1954): Pollination and seed setting in Lucerne. K. Vethojks. Aarskr., p. 138—169. — POPOV, V. V. (1951): On the significance of *Apidae* in the pollination of Lucerne. Trud. vszeszojuz. ent. obcsesztva, Moskow, 43. p. 65—82. — STAPEL, CHR. (1943): Über die Befruchtung der Luzerne durch Insekten in Dänemark. Ent. Meddel., Copenhagen 23. p. 224—239. — VANSALL, G. H. & TODD, F. R. (1946): Alfalfa tripping by insects. Jour. Amer. Soc. Agr., 38. p. 470—488.

# DER FAKULTATIVE WIRTSWECHSEL DER BLATTLÄUSE

## (Homoptera: Aphididae)

FRITZ PAUL MÜLLER

Der Wirtswechsel der Blattläuse zeigt sich in sehr mannigfaltiger Form. Die Verschiedenheiten zwischen den einzelnen Arten betreffen nicht allein die besiedelten Primär- und Sekundärwirte, sie äußern sich weiterhin in dem zeitlichen Ablauf der Migration, insbesondere während des Frühjahrs und Sommers. Einige Aphiden, wie z. B. *Ceruraphis eriophori* (Walk.), verlassen ihren Primärwirt zum frühest möglichen Termin. Schon die erste auf die Fundatrix folgende Generation besteht zu 100% aus Geflügelten. Andere Arten dagegen kann man noch im Sommer und sogar im Spätsommer in hoher Besiedlungsdichte auf den Winterwirten antreffen. Mit fakultativem Wirtswechsel bezeichnet man ganz allgemein die Erscheinung, daß migrierende Blattläuse über Sommer an den Primärwirten ausharren und sich dort vermehren. Die folgenden Betrachtungen sind auf die Röhrenblattläuse (*Aphididae* im Sinne Börners) beschränkt.

Freilandbeobachtungen und Laborversuche haben ergeben, daß 2 Formen des fakultativen Wirtswechsels zu unterscheiden sind.

I. Die auf dem Primärwirt spät noch anzutreffenden Läuse sind sämtlich Nachkommen von Ungeflügelten. Die geflügelten Fundatrigenien wandern ausnahmslos zu den Sekundärwirten ab und akzeptieren diejenige Wirtspflanzenart, auf der sie ihre Larvenentwicklung durchgemacht haben, nicht mehr als Nahrungsquelle. Bei oder unmittelbar nach der Häutung von der Nymphe zur Imago hat also eine physiologische Umstimmung stattgefunden. Beispiele hierfür sind *Hyalopterus pruni* (Geoffr.), *Dysaphis plantaginea* (Pass.) und *Rhopalosiphum padi* (L.). Geflügelte Fundatrigenien der letzteren Art und von *Myzus cerasi* (F.) beachteten im Übertragungsversuch *Prunus padus* und Süßkirsche, d. h. diejenigen Pflanzen, auf denen sie als Larven gelebt hatten, überhaupt nicht. Junglarven, die sie 2 bzw. 3 Tage nach Versuchsbeginn unter dem Zwang des Versuchs absetzten, irrten umher, ohne auf den Pflanzen sesshaft zu werden.

II. Es entstehen auch an den Primärwirten Sekundärkolonien durch zugewanderte Geflügelte. Diese Verhältnisse kann man am besten bei *Macrosiphum rosae* (L.) beobachten. Geflügelte dieser Art findet man häufig im Juli an zuvor nicht besiedelten Rosensträuchern beim Absetzen von Junglarven. Hier ist keine physiologische Umstimmung der fundatrigenen Geflügelten erfolgt, diese besitzen die Fähigkeit, sowohl die Primär- wie die Sekundärwirte erfolgreich zu besiedeln. Die geflügelten Fundatrigenien von *Myzus persicae* (Sulz.) und von *Aphis fabae* Scop., die in der natürlichen Umgebung im Normalfall die Sekundärwirte aufsuchen, haben ebenfalls diese Fähigkeit. Sie sind im Insektenzuchtkäfig leicht dazu zu bringen, Junglarven an Pfirsich bzw. an *Evonymus europaea* abzusetzen. Diese Larven entwickeln sich normal, ergeben aber bei *Myzus persicae* zum weitaus größten Teil Geflügelte. Damit ist zu erkennen, daß die Blätter, welche im Frühsommer ihre Entwicklung abgeschlossen haben und zur vollen Assimilationstätigkeit übergegangen sind, die Entstehung von Geflügelten anregen.

An I sind einige Fälle anzuschließen, in denen die Besiedelung durch Ungeflügelte an den Winterwirten bis in den Spätsommer reichen kann, jedoch anscheinend nicht bis zum Auftreten von Sexuales führt. Die Dauer dieser Primärbesiedlung ist einerseits die Auswirkung von fixierten bionomischen Eigenschaften, zum anderen unterliegt sie den Einflüssen der Umwelt. Diese Umweltseinflüsse sind in erster Linie die Besiedlungsdichte (Gruppeneffekt) und die Beschaffenheit des Futters.



Die Dichte der Besiedelung am Primärwirt ist abhängig vom Initialbefall. Dieser entspricht der Zahl der an einem Trieb aufgewachsenen Fundatrizen. Bei *Rhopalosiphum padi* (L.) beobachtete ich, wie im Zusammenhang mit sehr starker Besiedelungsdichte an *Prunus padus*-Sträuchern mindestens 90% der Fundatrigenien der ersten Generation geflügelt waren, während an Sträuchern mit dünner Besiedelung die gleiche Generation zum weitaus größten Teil aus Ungeflügelten bestand. Diese Beobachtung läßt sich keineswegs verallgemeinern. Es müßte durch Zuchtversuche entschieden werden, ob bei den einzelnen Arten Gruppeneffekt oder Beschaffenheit des Futters oder irgendwelche endogene Faktoren, bei denen offenbar der zeitliche Abstand der Generationen zur Fundatrix eine wichtige Rolle spielt, am meisten hervortreten.

Bei denjenigen zu I gehörenden Arten, bei denen die Besiedelung der Primärwirte mitunter bereits im Mai oder Anfang Juni durch die Entstehung von 100% Geflügelten ihren Abschluß findet, jedoch in anderen Jahren oder an anderen Stellen bis in den Spätsommer andauern kann, scheint meist die Beschaffenheit des Futters den Ausschlag zu geben, wie lange die fundatrigenen Serie auf dem Winterwirt verbleiben kann. Diesen Schluß möchte ich aus einem Vergleich der Blattlausentwicklung der Jahre 1958 und 1959 ziehen. 1958 waren in Norddeutschland *Rhopalosiphum padi* (L.), *Dysaphis plantaginea* (Pass.), *Dysaphis sorbi* (Kalt.), *Myzus cerasi* (F.) und *Phorodon humuli* (Schränk) noch im August und später reichlich an den Primärwirten vorhanden und verursachten in dieser vorgerückten Jahreszeit noch erhebliche Saugschäden. 1959 erfolgte dagegen bei allen diesen Arten frühzeitige Abwanderung, bei keiner konnte ein sommerliches Vorkommen an den Primärwirten beobachtet werden.

Diese erheblichen Unterschiede sind darauf zurückzuführen, daß die Blätter und Triebe der Primärwirte 1958 über eine viel längere Zeitperiode einen der Blattlausbesiedelung günstigen Zustand aufwiesen, in welchem die Geflügeltenentstehung viel weniger angeregt wurde. Die primären Ursachen für diese Konsistenzunterschiede liegen offenbar in den Witterungsverhältnissen, denn diese waren in den beiden Jahren grundsätzlich verschieden. Frühjahr und Sommer waren 1958 kühl mit wenig Sonnenschein und vor allem sehr feucht, 1959 dagegen warm mit lang währendender Sonneneinstrahlung und extrem trocken.

Im Gebiet von Rostock lagen im Mai 1958 die Niederschläge um 65.6 mm über dem Normalwert, die Sonnenscheinstunden aber um 40 Stunden unter dem langjährigen Mittel. Im Mai 1959 wies dagegen die monatliche Niederschlagssumme einen Fehlbetrag von 14.6 mm auf, und die Zahl der Stunden ungehinderter Sonneneinstrahlung übertraf die Norm um 103 Stunden. Der Juni 1958 war in Norddeutschland zu kalt und arm an Sonnenschein, der gleiche Monat des Jahres 1959 hatte den hohen Fehlbetrag von 22.7 mm Niederschlägen und eine annormal hohe Sonnenscheindauer, welche die Norm um 113 Stunden übertraf. Der Juli war 1958 um etwa 1° zu kalt mit einer unternormalen Sonnenscheindauer, lag aber in Bezug auf die Niederschläge über dem langjährigen Mittel. Der Vergleich der Witterungsdaten des Juli 1959 zeigt, daß dieser Monat um mehr als 1° zu warm war und 64 Stunden über die Norm Sonnenschein, jedoch den beträchtlichen Fehlbetrag von 23 mm Niederschlägen aufwies. (Angaben nach Dr. A. F. Bauer, Agrarmeteorologischer Monatsbericht des Instituts für Meliorationswesen der Universität Rostock.)

Hohe Feuchtigkeit und verminderte Sonnenscheindauer scheinen die Hauptursachen dafür zu sein, daß die Blätter und Triebe von Holzgewächsen über eine längere Periode eine Beschaffenheit behalten, in welcher bei manchen wirtswechselnden Blattläusen die Geflügeltenentstehung weniger angeregt wird. Es ist damit zu rechnen, daß durch klimatische Einflüsse geographische Unterschiede in der Zeitperiode des Abfluges vom Primärwirt bei denjenigen Aphiden, die mehr als eine fundatrigenen Generation hervor-

bringen können, auftreten. Wie Freilandbeobachtungen gezeigt haben, sind derartige Aphiden im Küstengebiet der Ostsee tatsächlich längere Zeit auf dem Primärwirt anzutreffen als in dem trockeneren und sonnigeren Mitteldeutschland.

Die 2 verschiedenen Formen des fakultativen Wirtswechsels sind geeignet, um Vermutungen über die phylogenetische Entstehung des Wirtswechsels der Blattläuse anzustellen. Fall I ist ausgezeichnet durch hochgradige Spezialisierung der fundatrigenen Geflügelten, welche die Grundlage des Übergangs von einer Pflanzenart zur anderen ist. Hier dürfte die Besiedelung des Sekundärwirtes eine Neuerwerbung sein, die es den betreffenden Arten ermöglicht hat, während des Sommers an Pflanzen mit günstigerem Besiedelungszustand weiterzuleben.

Der fakultative Wirtswechsel nach dem Schema II ist besser von Polyphagie abzuleiten. Hier haben die migrierenden Geflügelten nicht eine Ausweitung, sondern eine Einengung ihres Wirtspflanzenkreises erfahren. Die Ableitung von einer ursprünglichen Polyphagie ist aus 2 Gründen sehr naheliegend. 1. *Myzus persicae* (Sulz.) und *Aphis fabae* Scop., beides Arten mit polyphagen Exsules, können durch Übersetzen von Geflügelten auf dem Primärwirt künstlich weitervermehrt werden; es existiert also keine alternative bionomische Abtrennung des Exsules, ein Umstand, der als ursprünglicher Charakter aufgefaßt werden kann. 2. Die Fundatrizen beider Arten können mit Erfolg auf Nebewirtspflanzen gezüchtet werden. Ich übertrug frisch aus dem Ei geschlüpfte Fundatrizen von *Myzus persicae* auf *Lycium halimifolium* und auf *Myosotis palustris*. In beiden Fällen erreichten die Fundatrizen das Imaginalstadium normal wie auf dem Primärwirt Pfirsich. Fundatrizen von *Aphis fabae* gelangten auf *Vicia faba* in gleicher Weise zur Entwicklung wie auf dem Primärwirt *Evonymus europaea*. Die geringe Wirtsspezifität der Generationsmorphen im Übertragungsversuch kann als Rest einer ehemals vorhandenen Polyphagie angesehen werden.

Die Betrachtung des fakultativen Wirtswechsels deutet darauf hin, daß der Wirtswechsel der Aphididae nach 2 verschiedenen Prinzipien in den einzelnen Gattungen unabhängig entstanden ist. Die Annahme einer monophyletischen Entstehung wäre schon deshalb unhaltbar, weil die unterschiedlichsten Kombinationen von Primär- und Sekundärwirten auftreten. Auch die Tatsache, daß die Männchen im Wirtswechsel der Blattlausgruppen außerhalb der Aphididae nicht auf den Sommerpflanzen, sondern auf dem Winterwirt entstehen, erlaubt keine andere Folgerung als die der polyphyletischen Entstehung.

Beim typischen Wirtswechsel einschließlich des fakultativen Wirtswechsels nach Typ I ist eine klare Scheidung der Generationen nach Primär- und Sekundärpflanzen gegeben. In Fall II ist diese Scheidung infolge der Pluripotenz der Frühjahrmigranten nicht eindeutig. Trotzdem ist es aus praktischen Gründen notwendig, auch hier die direkten parthenogenetisch erzeugten und auf dem Winterwirt lebenden Nachkommen der Fundatrix als Fundatrigenen zu bezeichnen und für die auf den Nebewirtspflanzen angetroffenen Generationen die Bezeichnung Exsules oder Alienicolae zu verwenden. Im deutschen Sprachgebrauch hat sich in der letzten Zeit leider in zunehmendem Maße das Wort „Virginogenen“ für die auf den Sekundärpflanzen lebenden Läuse eingebürgert. Dieses Wort ist in der Terminologie des Wirts- und Generationswechsels der Blattläuse völlig unpassend und sollte daher künftig nicht mehr benutzt werden. Es bringt nicht den Gegensatz zu den Fundatrigenen zum Ausdruck, weil auch diese von Virgines abstammen und solche erzeugen. Diese Unklarheit hat zur Folge gehabt, daß das Wort von einigen Autoren in völlig falschem Sinne angewendet worden ist. Aus diesen Gründen wird empfohlen, künftig auch in den deutsch geschriebenen Publikationen die Bezeichnungen Exsules oder Alienicolae für die Läuse der auf den Sekundärwirten lebenden Generationen zu verwenden. Damit werden auch die Verhältnisse des fakultativen Wirtswechsels klarer gekennzeichnet.

# NEUE ERGEBNISSE ZUR ÖKOLOGIE UND BEKÄMPFUNG DES ERBSENWICKLERS (*Laspeyresia nigricana* Steph.)

H. W. NOLTE und H. ADAM

In den deutschen Erbsenanbaugebieten spielt der Erbsenwickler noch immer eine große Rolle. Die synthetischen Kontaktinsektizide geben uns zwar die Möglichkeit, den Befall durch diesen Schädling zu senken, aber selbst bei mehrmaliger Behandlung gelingt es nicht, eine Befallsminderung herbeizuführen, die wir bei anderen Schädlingen unserer Kulturpflanzen als selbstverständlich voraussetzen. Zur Bekämpfung der Jungraupen vor dem Eindringen in die Hülsen haben sich DDT- und vor allem Parathion-Präparate bewährt, mit beiden Wirkstoffen werden aber nur Befallsminderungen auf 50 bis 25% von „Unbehandelt“ erzielt. Bereits früher veröffentlichte eigene Untersuchungen (Nolte 1959) haben dies deutlich gezeigt, und weitere Versuche im Jahr 1959 haben dies bestätigt. Bei einem in Hadmersleben (Kreis Wanzleben) im Sommer 1959 durchgeführten Sortenversuch wurde nach 5 Behandlungen mit dem Methyl-Parathion-Präparat „Wofatox“, von denen zwei in den Falterflug, drei in die Jungraupenzeit fielen, im Durchschnittsergebnis von 23 Speiseerbsensorten für „Unbehandelt“ 11,32% und für „Behandelt“ 5,5% Befall festgestellt (es handelt sich dabei um Gewichtsprozente). Trotz der fünfmaligen Behandlung wurde also nur eine Befallsminderung um 50% erzielt.

Diese nicht voll befriedigende Wirkung der chemischen Behandlung ist in erster Linie auf die Unsicherheit in der Festlegung der Behandlungstermine zurückzuführen. Nach Franssen (1945) kann zwar aus der Beobachtung der Hülsenbildung der Randpflanzen, die zuerst mit Eiern belegt werden, der Bekämpfungstermin ungefähr bestimmt werden, aber da sich der Falterflug über eine längere Zeit erstreckt, verlängern sich auch entsprechend die Eiablageperiode und das Raupenschlüpfen, ganz abgesehen davon, daß darüber hinaus die Witterung Falterflug, Eiablage, Eientwicklung und Raupenschlüpfen beeinflusst.

Neben diesen sich aus der Biologie des Schädlings ergebenden Ursachen spielen auch noch Eigenschaften der Erbsensorten eine Rolle. Dabei kommt vor allem der Dauer der Hülsenentwicklung und wahrscheinlich auch der Verhärtung der Hülsenwände Bedeutung zu. So wurde z. B. in dem schon erwähnten Bekämpfungsversuch im Sortiment für die Gemüseerbsensorte „Siegerin“ eine Befallsminderung von 13,55% bei „Unbehandelt“ auf 1,8% bei „Behandelt“ erzielt, während bei der Gemüseerbsensorte „Exalda“, für die eine langsame Hülsenentwicklung bekannt ist, im gleichen Sortiment nur eine Befallsminderung von 15,95% bei „Unbehandelt“ auf 13,6% bei „Behandelt“ erreicht werden konnte.

Von den unterschiedlichen Bekämpfungserfolgen abgesehen, zeichnen sich die einzelnen Erbsensorten auch durch sehr unterschiedliche Befallshöhe aus. Diese Tatsache ist schon lange bekannt, die Ursachen werden auf die verschiedensten Sorteneigentümlichkeiten zurückgeführt. Bei Auswertung von 30 Gemüseerbsen- und 24 Speiseerbsensorten innerhalb eines im Sommer 1959 in Hadmersleben angebauten Sortiments konnte deutlich eine Abhängigkeit von der Blütezeit der einzelnen Sorten und dem Falterflug nachgewiesen werden.

Der Falterflug ist witterungsabhängig. Langenbuch (1941) beobachtete für den Raum zwischen Halle und Magdeburg, in welchem auch wir unsere Untersuchungen durchführten, den Falterflug in der Zeit zwischen dem 20. Mai und dem 13. Juli, mit dem Höhepunkt um Mitte Juni. Im Jahr 1959 wurde der Falterflug stark durch die Witterung be-



## Gemüseerbsen

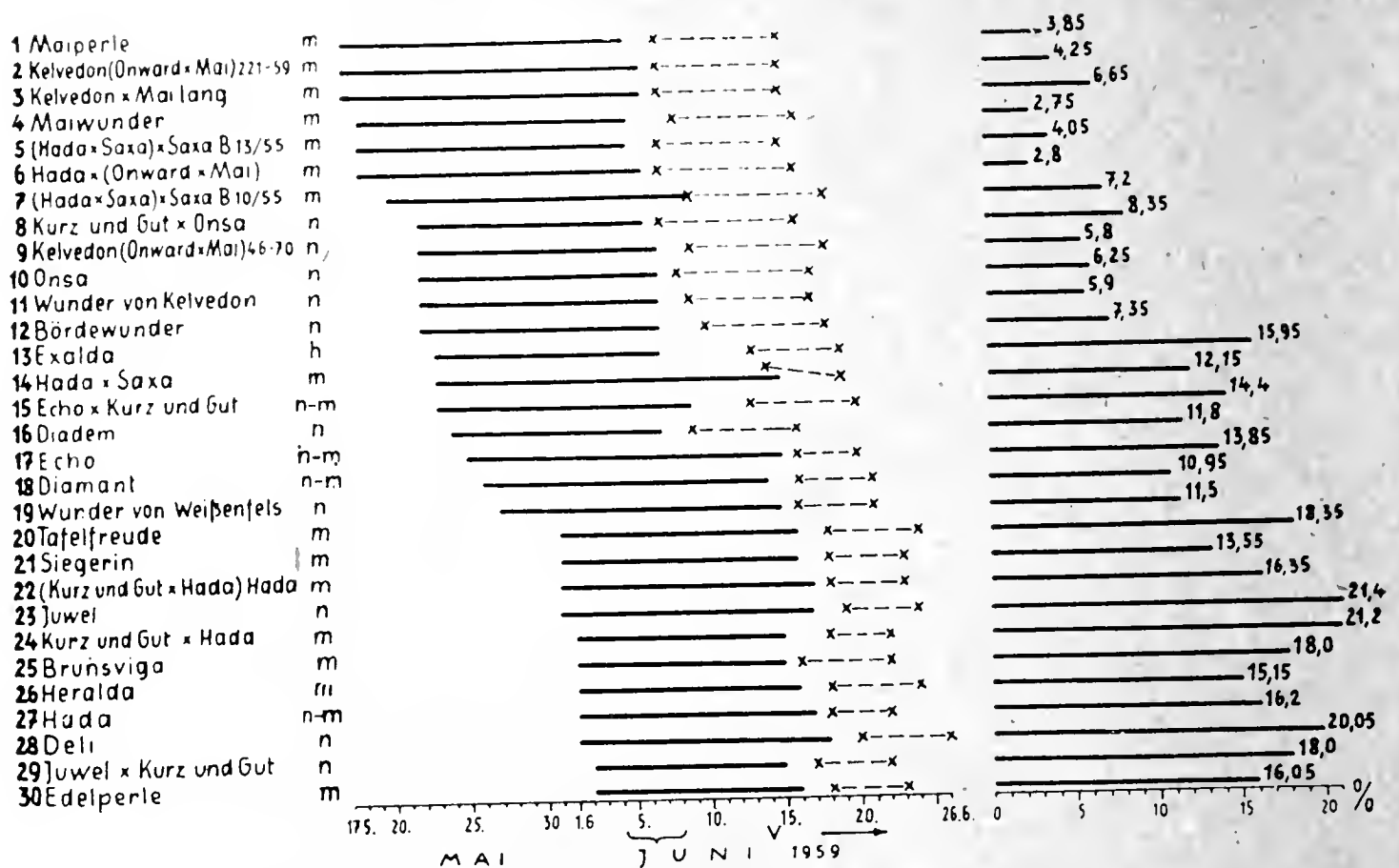


Abb. 1. Strohlänge, Blühdauer, Hülsenentwicklung und Befall durch den Erbsenwickler bei Gemüseerbsen. Die Strohlänge ist gekennzeichnet durch: n = niedrig, n-m = niedrig bis mittel, m = mittel, h = hoch, links: Blühdauer nach Tagen, x---x: Erstes Kreuz: Erste Hülse grünpflückreif, Zweites Kreuz allgemeine Grünpflückreife. Rechts: Befall durch den Erbsenwickler in Gewichtsprozenten.

einflußt. Einem ersten Überflug der Falter von den vorjährigen Erbsenflächen auf die diesjährigen Felder Anfang Juni mit einem Höhepunkt der Falteraktivität zwischen dem 4. bis 8. Juni folgte eine Aktivitätspause infolge kühler und regnerischer Witterung. Eine Feldbesichtigung am 8. Juni zeigte, daß an diesem Tage auf den Erbsenflächen von 1959 bereits viele Falter aktiv waren, auf den vorjährigen Erbsenflächen aber, die mit Weizen bestellt waren, ebenfalls noch viele Falter vorhanden waren. Ihr Überflug auf die Erbsenflächen von 1959 wurde durch das kalte und niederschlagsreiche Wetter zunächst verhindert. Erst am 13. und 14. Juni, an niederschlagsfreien und wärmeren Tagen, kam es wieder zu einer Falteraktivität, die jedoch am 15. und 16. durch erneute Abkühlung abermals unterbrochen wurde. Der Überflug der am 8. Juni noch auf den vorjährigen Flächen beobachteten Falter setzte erst vom 17. Juni an ein. Im Sommer 1959 konnten also drei Höhepunkte der Falteraktivität verzeichnet werden, die witterungsbedingt waren: In der Zeit vom 4. bis 8. Juni, am 14. Juni und ab 17. Juni.

Diese Beobachtungen zeigen, daß Niederschläge und für die Jahreszeit zu tiefe Temperaturen die Falteraktivität beeinträchtigen. Das wirkt sich zweifellos auch auf die Befallsstärke aus. Daß aber die Befallsstärke nicht allein von der Falteraktivität abhängig ist, sondern daß Sorteneigenschaften eine entscheidende Rolle spielen, geht aus den Abb. 1 und 2 hervor.

In einem Sortiment mit 30 Gemüseerbsen- und 24 Speiserbsensorten wurden Befallsermittlungen in Abhängigkeit von der Blütezeit, der Zeit der Hülsenentwicklung und der Strohlänge gemacht.

Aus diesen Untersuchungen geht deutlich hervor, daß entgegen der Ansicht von Wright und Geering (1948) sowie Wright, Geering und Dunn (1951), jedoch in Bestä-



# Speiseerbsen

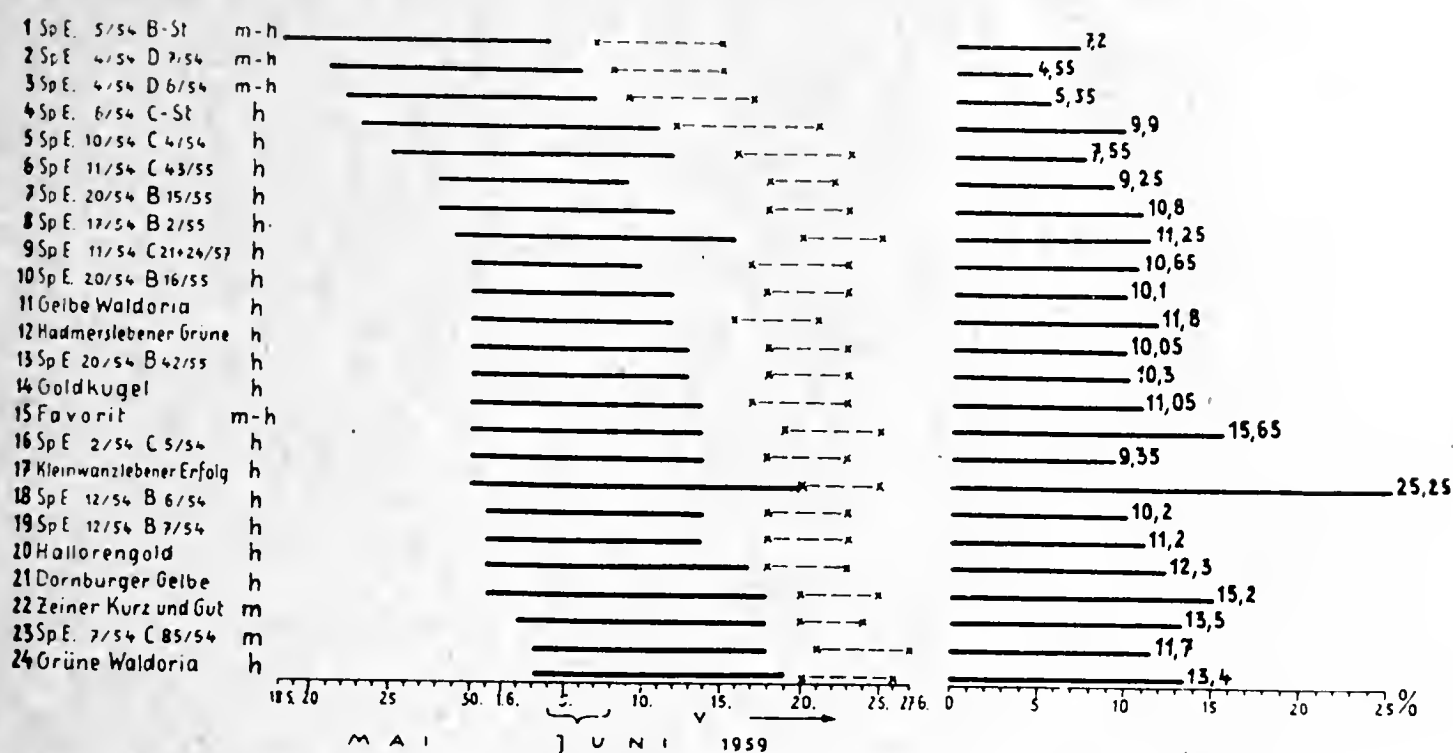


Abb. 2. Strohlänge, Blühdauer, Hülsenentwicklung und Befall durch den Erbsenwickler bei Speiseerbsen. Anordnung wie in Abb. 1. m-h = mittel bis hoch.

tigung eigener, bereits früher veröffentlichter Beobachtungen (Nolte 1959) der Strohlänge wenig Bedeutung zukommt. Das zeigen deutlich die Gemüseerbsensorten „Diamant“, „Deli“, „Wunder von Weißenfels“, „Juwel“ sowie „Juwel x Kurz und Gut“, die kurzstrohig sind, aber im Befall wesentlich über den in Abb. 1 unter 1 — 7 wiedergegebenen Sorten mit mittlerer Strohlänge liegen.

Auch die Blühdauer als solche ist nicht ausschlaggebend. Die Gemüseerbse „Juwel x Kurz und Gut“ z. B. (Abb. 1, 29) hat nur 14 Tage geblüht, für sie wurde ein Befall von 18,0% festgestellt, die unter Nr. 2 und 3 auf Abb. 1 aufgeführten Gemüseerbsen dagegen haben 22 Tage geblüht, für sie konnte aber nur ein Befall von 4,25 bzw. 6,55% ermittelt werden. Ähnliches zeigt die Abb. 2 für Speiseerbsen. Die unter Nr. 9 aufgeführte Neuzüchtung hat 12 Tage geblüht und wurde zu 10,65% befallen, die unter Nr. 2 aufgeführte Sorte dagegen hat 14 Tage geblüht, bei einem Befall von nur 4,55%. Wenn auch die Blühdauer selbst keine Rolle spielt, so zeigen die Abb. 1 und 2 doch deutlich, daß dem Blühtermin eine ausschlaggebende Bedeutung zukommt. Nicolaisen (1928), Langenbuch (1941) sowie Franssen (1954) haben bereits mitgeteilt, daß der Erbsenwickler nur durch blühende Erbsenpflanzen angelockt wird. Durch die in den Abb. 1 und 2 dargestellten Ergebnisse aus dem Jahr 1959 werden diese Beobachtungen erneut bestätigt. Je frühzeitiger der Blühbeginn und das Ende der Blütezeit liegen, desto geringer ist der Befall. Mit der Verschiebung der Blütezeit erhöht sich der Befall.

Wie schon erwähnt, wurden im Sommer 1959 3 Höhepunkte des Falterfluges festgestellt: vom 4. bis 8. Juni, am 14. Juni und vom 17. bis 26. Juni.

Aus beiden Abbildungen geht deutlich hervor, daß alle Sorten, die mit der Hauptblütezeit vor dem ersten Höhepunkt der Falteraktivität auf den Erbsenflächen liegen, wesentlich geringer befallen wurden als die Sorten, deren Hauptblütezeit in die Zeit des ersten Falterfluges und die Zeit der Falteraktivität vom 14. Juni gefallen ist oder deren Blütezeit sogar noch bis zum dritten Höhepunkt ab 17. Juni angedauert hat. Der höchste Befall wurde für die Speiseerbse „Kleinwanzlebener Erfolg“ (Abb. 2, 17) festgestellt, die als langblühende Sorte bekannt ist und auch im Versuchsjahr sich durch die längste Blühdauer ausgezeichnet hat.

Gewisse Schwankungen in den Befallsprozentsätzen bei ungefähr gleichen Blühterminen sind z. T. aus den bei Sortenprüfungen zu kleinen Parzellen zu erklären, daß aber auch noch Sorteneigenschaften hierfür mitbestimmend sind, zeigt deutlich die Gemüseerbse „Exalda“ (Abb. 1, 13) im Vergleich zu den Sortennummern 1 bis 12 der Abb. 1. Während für letztgenannte Sorten nur ein Befall von 2,75 bis 8,35% festgestellt werden konnte, wurden für „Exalda“ bei gleichem Abblühtermin 15,95% ermittelt. Damit fällt diese Sorte aus dem Gesamtrahmen. Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß sich „Exalda“ durch eine lange Periode der Hülsenbildung auszeichnet, was auch aus der Abb. 1 deutlich hervorgeht. Die verhältnismäßig kurze Blühdauer, die für das Versuchsjahr festgestellt wurde, ist übrigens für diese Sorte nicht charakteristisch. Für das schnelle Abblühen im Sommer 1959 kann die Trockenheit ausschlaggebend gewesen sein.

Die Bedeutung, die der Dauer der Hülsenentwicklung zukommt, zeigt auf Abb. 1 auch die unter Nr. 15 aufgeführte Gemüseerbse, für die die erste pflückreife Hülse ebenfalls später festgestellt wurde als für die anderen Sorten, die aber mit 14,4% im Befall über den Sorten mit ähnlicher Blühdauer liegt.

Unter den Speiseerbse lassen die unter Nr. 6 und Nr. 15 aufgeführten Sorten die gleiche Abhängigkeit von der Dauer der Hülsenentwicklung erkennen.

Die hier wiedergegebenen Befunde berechtigen zwar nicht zu einem Werturteil über die aufgeführten Sorten, aber sie gestatten folgende Schlußfolgerungen:

In Übereinstimmung mit Speyer (1953) wurde festgestellt, daß die Strohlänge für den Befall durch den Erbsenwickler nicht entscheidend ist. Bedeutung haben vielmehr die Blühtermine und die Dauer der Hülsenentwicklung. Da der Erbsenwickler zur Eiablage die blühenden Pflanzen aufsucht, tragen eine vor den Falterflug fallende Blütezeit und ein schnelles Abblühen dazu bei, daß die Pflanzen befallsfrei bleiben. Da weiterhin, wie schon Nicolaisen (1928) festgestellt hat, die Jungraupen nur in junge, mit noch nicht verhärteten Wänden versehene Hülsen eindringen können, kommt auch der Dauer der Hülsenentwicklung eine Bedeutung zu. In durch den Erbsenwickler gefährdeten Anbaugebieten sind daher frühblühende, schnell abblühende und schnell reifende Sorten zu bevorzugen.

#### L I T E R A T U R

- FRANSSEN, C. J. H. (1954): De levenswijze en de bestrijdingsmodelijkheden von de erwtenbeulboorder Versl. landbouwk. onderz. 60, 1—50. — LANGENBUCH, R. (1941): Zur Biologie des Erbsenwicklers, *Grapholita nigricana* Steph. Arb. phys. u. angew. Ent. 8, 219—244. — NICOLAISEN, W. (1928): Der Erbsenwickler, *Grapholita* (*Cydia*, *Laspeyresia*) sp., sein Schaden und seine Bekämpfung unter besonderer Berücksichtigung der Anfälligkeit verschiedener Erbsensorten. Kühnarchiv 19, 196—256. — NOLTE, H. W. (1959): Untersuchungen zur Bekämpfung des Erbsenwicklers (*Laspeyresia nigricana* Steph.) Albrecht-Thaer-Arch. 3, 146—157. — SPEYER, W. (1953): 2. Beitrag zur Bekämpfung des Erbsenwicklers (*Laspeyresia nigricana* Steph.) Nachrbl. Dt. Pflanzenschd. (Braunschweig) 5, 141. — WRIGHT, D. W. und GEERING, Q. A. (1948): The biology and control of the pea moth, *Laspeyresia nigricana* (Steph.) Bull. ent. res. 39, 57—68. — WRIGHT, D. W. GEERING, Q. A. und DUNN, J. A. (1951): Varietal differences in the susceptibility of peas to attack by the pea moth, *Laspeyresia nigricana* (Steph.) Bull. ent. res. 41, 663—677.

# DIE REGENERATION DES FAUNENBESTANDES NACH INSEKTIZIDENBEHANDLUNG IN KARTOFFEL- UND ZUCKERRÜBENFELDERN

K. NOVÁK und V. SKUHRAVÝ

Beim Studium der chemischen Schädlingsbekämpfung ist es notwendig, nicht nur die Wirkung des Insektizids auf den Schädling zu verfolgen, sondern auch dem Einflusse des benutzten Mittels auf andere Insektenarten der behandelten Flächen Aufmerksamkeit zu widmen. Das ist besonders darum wichtig, weil bei der Bekämpfungsaktion auch viele nützliche Insektenarten, wie z. B. die Insektenparasiten, Blütenbesucher und räuberische Arten, vertilgt werden.

In der Tschechoslowakischen Republik sowie in den anderen Ländern nimmt der Gebrauch von chemischen Bekämpfungsmitteln und die Größe der mit ihnen behandelten Flächen ständig zu. Es war also nötig, das Problem zu lösen, ob die chemische Insektenbekämpfung nicht zu große Veränderungen in der Zusammensetzung des Faunenbestandes unserer Felder verursacht und so die Beziehungen in der Insektengemeinschaft stört. Wir beschäftigten uns mit diesem Problem seit dem Jahre 1953 und studierten die Wirkung der chemischen Bekämpfung auf die Zusammensetzung und Entwicklung der Entomofauna auf Kartoffel- und Zuckerrübenfeldern.

Zur Beantwortung der Hauptfrage war es notwendig, zunächst die Fauna der beiden Kulturen unter normalen Umweltbedingungen zu erfassen (Skuhrový und Novák 1957, 1960). Bei dem Studium wurden folgende Methoden benutzt: Bodenfallen, Blattmethode, Keschern, Möricke's Schalen und Quadratmethode. Das Studium wurde während der ganzen Vegetationsperiode in 7—14tägigen Zeitpausen durchgeführt. Auf den Kartoffelfeldern wurde die Wirkung von 5% DDT in Pulverform und 10% DDT in Aerosolform, auf den Zuckerrübenfeldern die Wirkung von 0,05% Systox studiert. Die Versuchsfelder lagen in Mittel- und Westböhmen.

In den Zuckerrüben- und Kartoffelfeldern ist die Entomofauna ziemlich artenarm, aber in ihrer Zusammensetzung sehr beständig. Trotz ständigen Fruchtwechsels erfolgt in jedem Jahre gesetzmäßige Besiedlung. Die Abundanz der einzelnen Arten ist aber von Jahr zu Jahr sehr verschieden. Deshalb war es möglich, die Regeneration des Faunenbestandes nur während einer Vegetationsperiode zu verfolgen.

## Die Wirkung von DDT auf kleineren Flächen (Größe 1 ha)

Wie schon die Arbeiten von Bonnes (1958), Baudissin (1952), Schober (1959) und Weber (1953) zeigten, geht die Wiederbesiedlung kleiner Areale nach Insektizidbehandlung ziemlich schnell vor sich. Auch auf unseren Kartoffelversuchsflächen (Größe 1 ha), die mit 5% DDT bestäubt wurden, erfolgte die Wiederbesiedlung sehr schnell. In den ersten zwei Tagen nach der Bestäubung verschwanden zwar fast alle Insektenarten, mit Ausnahme der Collembollen und Aphiden, aber bald kam es zu einer Regeneration des Faunenbestandes. Bei den schnell fliegenden Arten (*Diptera*, *Hymenoptera*) war schon nach einer Woche die Populationsdichte auf dem Kontroll- und dem Versuchsfeld dieselbe, bei den Homopteren, Heteropteren und Thysanopteren kam es zu einem Ausgleich nach etwa drei Wochen, und bei den auf der Erdoberfläche lebenden Carabidenarten etwa nach fünf Wochen. Nur bei einigen Arten der Familie *Jassidae* (*Empoasca pteridis*, *Eupteryx atropunctata*) war noch nach fünf Wochen die Abundanz auf bestäubten Flächen viel niedriger als auf den Kontrollflächen.

## Die Wirkung von DDT auf größeren Flächen (über 5 ha)

Bei einer Insektizidbehandlung von größeren Flächen (über 5 ha), erfolgt die Regeneration des Faunenbestandes viel langsamer. Manche Arten erreichten hier in einer einzigen Vegetationsperiode ihre ursprüngliche Populationsdichte nicht. Schnell fliegende Arten, wie *Hymenoptera* und *Diptera*, besiedelten die bespritzte Fläche in 10 bis 14 Tagen neu. Die Erneuerung der Populationsdichte hängt besonders von der Migrationsfähigkeit einzelner Arten und von der Möglichkeit der Migration aus benach-

barten Flächen ab. Bei der Wanze *Lygus rugulipennis* z. B. wurde die Populationsdichte der ersten Generation nach der Bekämpfungsaktion sehr erniedrigt, aber nach fünf Wochen war die Abundanz auf dem Versuchsfeld noch höher als auf dem Kontrollfeld. Dies wurde durch die gute Migrationsfähigkeit der Imagines verursacht und es half dabei auch die Tatsache, daß die Wanzen nach der Ernte aus den benachbarten Getreidefeldern auf die Kartoffelfelder migrierten. Die wenig beweglichen Insektenarten, die die Kartoffelfelder besonders im Frühling besiedeln (wie die Aphiden und andere Homopteren), erneuerten ihre Populationsdichte sehr langsam. Zum Beispiel war die Populationsdichte der beiden Aphidenarten, welche nach der Bespritzung durch DDT Aerosol sehr dezimiert wurden (*Doralis rhamni* und *Myzodes persicae*), auf dem Kontrollfeld bis zum Ende der Vegetationsperiode viel höher als auf dem Versuchsfeld. Ebenso waren die Jassidenarten *Empoasca pteridis* und *Eupteryx atropunctata* und die Psyllide *Trioza nigricornis* auf dem Versuchsfeld bis zum Herbst viel seltener als auf dem Kontrollfeld. Sehr wichtig ist auch, in welchem Stadium der Entwicklung einzelne Insektenarten angetroffen wurden. Zum Beispiel beendeten die Carabidenarten *Pterostichus cupreus* und *Brachynus crepitans* im Zeitpunkt der Bespritzung die Eiablage und waren im Stadium des natürlichen Absterbens. Ihre Populationsdichte wurde deshalb nur wenig beeinflußt und die Herbstgeneration hatte auf dem Versuchs- und Kontrollfeld dieselbe Abundanz.

### Der Einfluß von Systox auf die Entomofauna der Zuckerrübenfelder

Die Applikation von DDT hatte eine große Wirkung auf die ganze Entomofauna, und nach der Bekämpfungsaktion kam es zu einer radikalen Dezimierung fast aller Insektenarten. Demgegenüber ist die Wirkung von Systox nur auf einige Insektenarten begrenzt, und deshalb ist der Einfluß dieses Mittels auf die ganze Entomofauna nicht so stark. Wir studierten die Wirkung von Systox auf Zuckerrübenfeldern, welche während der Vegetationsperiode zweimal bespritzt wurden. Die Arten, welche auf der Erdoberfläche leben, z. B. die Carabidenarten, wurden durch die zweimalige Bespritzung garnicht beeinflußt. Auch das Vorkommen von Dipteren und Hymenopteren war auf dem Versuchs- und Kontrollfeld dasselbe. Demgegenüber war die Wirkung auf Homopteren, und besonders auf Aphiden, während der ganzen Vegetationsperiode bemerkbar. Auch die Wirkung auf die natürlichen Feinde der Aphiden, besonders auf die Larven von Syrphiden und Coccinelliden, war sehr stark, und nur die Imagines der Coccinelliden wurden in 14 Tagen nach der Bespritzung wieder am Versuchsfeld in gleicher Menge wie am Kontrollfeld gefunden.

Aus allen unseren Feststellungen geht hervor, daß es auf den Kartoffel- und Zuckerrübenfeldern nach der Applikation von Insektizid in keinem Falle zu einer Übervermehrung einzelner Schädlinge kommt. Auch in der qualitativen Zusammensetzung der Entomofauna entstanden nach der Bekämpfungsaktion keine bedeutenden Unterschiede, und die Wiederbesiedlung erfolgte ziemlich rasch. Der Eingriff in die Zusammensetzung des Faunenbestandes ist um so größer, je umfangreicher die behandelte Fläche ist. Neue Besiedlung ist sicher auch dadurch erleichtert, daß in den Feldkulturen besonders solche Arten vorkommen, die eine gute Migrationsfähigkeit haben und bei dem ständigen Fruchtwechsel von einem Felde in das andere übergehen können.

### L I T E R A T U R

- BAUDISSLIN, F. v., 1952: Die Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf Collembolen und Milben in verschiedenen Böden. Zool. Jb. Syst. 81: 47—90. — BONNES, M., 1958: Biocoenotische Untersuchungen über die Tierwelt von Klee- und Luzernfeldern. Z. Morphol. Ökol. 47: 309—373. — NOVÁK, K. und SKUHRAVÝ, V., 1957: Der Einfluß von DDT in Aerosolform auf einige Insektenarten des Kartoffelfeldes. Zool. a. ent. listy 6: 41—51. — NOVÁK, K.



SKUHRAVÝ, V. und ZELNÝ, J., 1961: Einfluß von Systox auf einige Insektenarten des Zuckerrübenfeldes. Anz. Schädlingkd. (im Druck). — RIPPER, W. E., 1956: Effect of pesticides on balance of Arthropod populations. Ann. Rev. Ent. 1: 403—438. — SCHÖBER, H., 1959: Biologische und ökologische Untersuchungen an Grasmonokulturen. Z. angew. Zool. 46: 401—455. — SKUHRAVÝ, V., NOVÁK, K., HRDÝ, I. und HURKA, K., 1955: Pokus o zhodnocení vlivu dynocidu na hmyz žijící v brambořišti. Zool. a ent. listy 4: 39—50. — SKUHRAVÝ, V. und NOVÁK, K., 1957: Entomofauna des Kartoffelfeldes und ihre Entwicklung. Rozpravy ČSAV: 67/7/: 1—50. — WEBER, G., 1953: Die Makrofauna leichter und schwerer Ackerböden und ihre Beeinflussung durch Pflanzenschutzmittel. Z. Pflanzenernähr., Düng. Bodenkul. 61: 107—118.

## RECENT ADVANCES IN THE STUDY OF INSECT RESISTANCE IN CROP PLANTS IN NORTH AMERICA

REGINALD H. PAINTER

Die Arbeit wird an anderer Stelle veröffentlicht

### ABSTRACT

With the increased insecticidal residue problems and insecticide-resistant strains of insects, biological and cultural control methods assume greater importance. Insect-resistant crop varieties constitute major alternatives. Varieties inheritantly less damaged or less infested by an insect than other similar varieties under comparable environments are called resistant. Nine wheat varieties representing four different sources of resistance to the hessian fly, *Phytophaga destructor* (Say), are presently grown in the United States. In California and Kansas, resistant wheats have greatly reduced populations over large areas. Other resistant hybrid wheats are in advanced agronomic tests.

In north central United States and Canada, two spring wheats and a winter wheat, resistant to the wheat stem sawfly, *Cephus cinctus* Norton, are grown on several million acres.

The extent to which European corn borer (*Pyrausta nubilalis* [Hbn.]) resistant varieties are being grown is uncertain because of secret pedigrees of the widely used commercial hybrids. Some of the larger hybrid corn companies, the U.S. Department of Agriculture and State Experiment Stations have been selecting inbred lines and hybrids for resistance. Progress has been made in analyzing the basis of resistance.

Four new alfalfa varieties carry satisfactory resistance to the newly-introduced spotted alfalfa aphid, *Therioaphis maculata* (Buckton), and are each adapted in different areas of the United States. A new variety, Culver, carries resistance to the meadow spittlebug, *Philaenus leucophthalmus* (L.). In the United States, alone, resistance is being studied in at least 52 crop-insect relationships on 20 crops.

# THE DISTINGUISHING FEATURES AND SIGNIFICANCE OF THE FOUR BIOTYPES OF THE CORN LEAF APHID, *RHOPALOSIPHUM MAIDIS* (Fitch)<sup>1</sup>

REGINALD H. PAINTER and M. D. PATHAK

The occurrence of biotypes in insects is becoming more evident and an increasing number of biological races are being reported in the literature. Two biotypes (KS-1 and KS-2) of corn leaf aphid were reported for the first time by Cartier and Painter (1956). Evidence of two additional biotypes (KS-3 and KS-4) has been found subsequently (Pathak and Painter, 1958 a, 1958 b, 1959). This report summarizes previously published information, adds new data, and discusses the significance of some of the findings.

## Materials and Methods

The origin of the four biotypes used in these studies was:

KS-1: the progeny of a single alate female collected from a White Martin sorghum, *Sorghum vulgare*, plant in the entomology greenhouse of Kansas State University, Nov. 11, 1954, by Cartier and Painter. This aphid weighed 0.458 mg. and the progeny showed inability to reproduce on Sudan grass, 428—1, *Sorghum vulgare* (Cartier and Painter, 1956).

KS-2: The progeny of a small alate female collected from a green leaf Sudan plant in the same greenhouse November 11, 1954, by Cartier and Painter. The weight was 0.168 mg. It and its progeny developed colonies on Sudan grass 428—1 (Cartier and Painter, 1956).

KS-3: Aphids were collected from a wheat, *Triticum aestivum*, planted at the Kansas State University Ashland farm, Manhattan, Kansas, December 8, 1955. The colony was carried without any detailed study until April, 1956, when it was tested with other biotypes, and showed significant differences.

KS-4: This colony came from an individual selected from a very heavy population of aphids on Omugi barley, *Hordeum vulgare*, collected in a field at Manhattan, Kansas, during the spring of 1955. This colony also has shown significant differences from other biotypes.

Cultures of these biotypes were maintained on White Martin sorghum or Spartan barley plants, grown in separate pots. To keep the biotypes pure, the cultures were tested periodically and fresh cultures started by caging viviparous aphids of each biotype on each host. Spartan barley plants were preferred for maintaining stock cultures because the aphids developed larger colonies on barley than on sorghum plants.

Differential reactions of 25 wheat, 20 oat, 24 winter barley, and 21 spring barley varieties to the biotype KS-1 population were studied in the greenhouse. These varieties were planted separately in single rows in 23 x 15 x 3-inch wooden flats and were heavily infested with biotype KS-1. Several periodical observations were taken for the reactions of each variety and the plants were graded for degree of infestations after one and a half months of infestation. From these tests two common bread wheat varieties, C.I. 52392 and Westar; two barley varieties, Spartan and Kentucky I, and *Triticum timopheevi* were selected for detailed study.

Cages used in these studies were of dialyzing tubing constructed as recorded earlier (Cartier and Painter, 1956) and cages made of cellulose nitrate (Pathak and Painter, 1958 a). In the study of seasonal variations in body weight, populations of each biotype were maintained in cages on White Martin sorghum and on Spartan barley plants. The weight of 5 apterous adults was recorded from each biotype on each host in alternate weeks. Thus, in a month four weights of each biotype were taken, two from sorghum and two from barley. Temperature could not be closely regulated.

## Results

The comparative characteristics of the four biotypes are given in table 1, which includes data already published (Pathak and Painter, 1958a, 1958b, 1959) and other data reported here for the first time. Results are generally concerned with interactions to host plants.

It was noticed rather early that the host used as food made a remarkable difference in the size of the adults produced (Cartier and Painter, 1956). This difference was

<sup>1</sup> Contribution No. 765, Kansas Agricultural Experiment Station, Manhattan. Supported in part by National Foundation Grant No. 2089 and Grant No. 7472.

Table 1

Comparative characteristics of the four biotypes of corn leaf aphid<sup>1</sup> on different host plants. Manhattan, Kansas<sup>2</sup>

Host plants	Character**	Biotypes				Isd at 5% level
		KS-1	KS-2	KS-3	KS-4	
White Martin Sorghum <sup>3</sup>	Mean fecundity	12.5	15.4	17.3	14.3	* 4.2
	% top injury (dry wt.)	73.26	67.86	71.76	53.93	* av. 67
	% root injury (dry wt.)	89.82	83.65	89.64	81.79	* av. 86
	% loss or gain in wt. by individual aphids after feeding 3 hrs.:	11.84	8.98	6.10	9.78	* 4.19
	24 hrs.:	19.96	14.06	10.38	14.04	* 6.06
	Mean wt. in mg. of individual aphid (March to October)	0.233	0.234	0.256	0.227	* 0.016
Sudan grass <sup>3</sup> 428-1	Mean fecundity	1.2	7.2	3.6	0.4	*
	% loss or gain in wt. by individual aphids after feeding 3 hrs.:	- 2.55	5.96	1.82	-2.18	* 4.19
	24 hrs.:	-10.05	7.25	-2.00	-6.74	* 6.06
	*** Mean fecundity	1.0	2.8	2.5	1.1	*
C. I. 52392 Wheat	Mean fecundity	0.6	0.8	4.4	0.3	*
Westar Wheat <sup>4</sup> <i>Triticum timopheevi</i>	Mean fecundity on 2 weeks old plant	1.0	1.5	2.9	1.1	*
<i>Triticum timopheevi</i>	Mean fecundity up to 60-62 days of plant age	7.4	7.4	9.4	7.96	*
Kentucky I Barley <sup>5</sup>	Mean fecundity	13.9	2.7	15.5	15.7	*
Spartan Barley <sup>5</sup>	Mean fecundity	19.3	18.3	18.1	20.8	n. s.
	% top injury (dry wt.)	85.85	77.26	73.72	84.49	* av. 80
	% root injury (dry wt.)	90.33	80.13	70.62	88.17	* av. 81
	Mean wt. in mg. of individual aphid (March to October)	0.408	0.422	0.489	0.400	* 0.03
K2234 Corn <sup>6</sup>	Mean fecundity of 5 aphids in 10 days at 14 days of age	0	0	0	0.1	
	Mean fecundity on plants after 50 days of age	21.0	14.5	16.5	22.0	*
	Mean fecundity of 5 aphids in 10 days or 2 weeks	0	0	0	0	
K1859 Corn <sup>6</sup>	Mean fecundity on plants after 50 days of age	9.0	8.5	24.5	5.0	*
	Fecundity at 45° F.	3	4	12	10	*
	Geographical distribution in Kansas (% of each biotype in the total number of samples obtained in 1957) Summer.	58	29	1.9	9.9	*

<sup>1</sup> *Rhopalosiphum maidis*.  
<sup>2</sup> Department of Entomology, Kansas State University, Agricultural Experiment Station.  
<sup>3</sup> *Sorghum vulgare*.  
<sup>4</sup> *Triticum aestivum*.  
<sup>5</sup> *Hordeum vulgare*.  
<sup>6</sup> *Zea mays*.  
\* Some of the differences were significant at 5% level or greater. Where Isd is not given the significance was found by using a transformation.  
\*\* Mean fecundity of one aphid in 10 days, except as noted.  
\*\*\* (Chiefkan X Hard Federation-Kawvale) X P. I. 119344-7.

especially noticeable when the hosts differed greatly in ability to support colonies of aphids. But White Martin sorghum and Spartan barley are both considered satisfactory hosts for all four biotypes of the corn leaf aphid as measured by fecundity. Yet when they were reared on Spartan barley, the mean weight of 280 aphids over a period of 8 months (March 15—October 14) was nearly twice the mean weight of the same number of aphids reared on Martin sorghum. There were also differences in the weights of the four biotypes, KS-3 being the heaviest on both hosts. Rearings were all done side by side on the same greenhouse bench.

Differences in size were also apparent at different times of the year. Aphids reared on White Martin attained a maximum mean weight for all biotypes on May 11 (0.400 mg) and a minimum mean weight on August 23 (0.134 mg). A similar maximum weight on Spartan barley occurred March 30 (0.599 mg) and a minimum, August 16 (0.231 mg). None of the biotypes varied appreciably from the trend of the means. All rearings were in the greenhouse which was heated in winter and cooled part of the time in the summer by an evaporation type cooling system. Generally, however, temperatures were lower in winter and higher in summer with a range in mean temperature from 65.3° to 82.3° F. There was a negative correlation, significant at the 1% level ( $r = -.67$ ), between temperature and mean weight of aphids on both hosts. No correlation was found between lengths of day and weights. In plotting weights of aphids against time of year, the weights were less than the maximum at the beginning of the experiment and higher than minimum at its end. It would be worthwhile repeating these experiments under controlled temperatures.

None of the biotypes developed colonies on seedlings of 20 varieties of oats tested, although *R. maidis* is considered a pest of oats in Canada (MacNay, 1959).

Observations that led to the discovery of biotypes of *R. maidis* were the differences in fecundity on grain sorghums compared with Sudan 428-1 (Cartier and Painter, 1956). Of the four biotypes only KS-2 is able to use Sudan 428-1 satisfactorily as a host in maintaining a colony. Under these circumstances, it is surprising to find that KS-2 reproduces the poorest of any biotype on Kentucky I barley on which the other biotypes do fairly well with no significant differences in fecundity among them.

In the field, in Kansas, single specimens or small colonies may be found in the whorl or central leaves of winter wheat. These aphids may persist well into the winter (Gibson, 1957) and it is possible that such individuals constitute overwintering forms. Tests of a wide selection of winter wheat seedlings with biotype KS-1 failed to show any varieties that could maintain even small colonies for more than a few days. Two varieties that showed high (Westar) and low numbers (C. I. 52392) of alate aphids on plants together with *Triticum timopheevi* were chosen for detailed tests with all four biotypes. The results shown in table 1 confirm field observations and generally show few differences among biotypes, although the wider differences are statistically significant. Westar wheat, however, is much more susceptible to biotype KS-3 than is *Triticum timopheevi*, both as seedlings and mature plants. All varieties of common bread wheat, *Triticum aestivum*, were equally resistant as seedlings and as mature plants in the earlier tests. This was conspicuously not true of *Triticum timopheevi* as shown in table 1. This species constitutes the second plant for which seedling resistance and mature plant susceptibility to *R. maidis* is known.

It has been reported that the corn leaf aphid is unable to maintain colonies on seedling corn (Viale, 1950). The absence of *R. maidis* on seedling corn had been observed at the Kansas Agricultural Experiment Station for a number of years but this was attributed to the scarcity of the insect early in the season. A more detailed analysis was made in these experiments using a susceptible corn hybrid K2234, and a resistant



hybrid K 1859, as classified in the field by Viale (1950). Aphids of the several biotypes were caged on corn in the greenhouse at about 10-day intervals from the time plants were large enough to carry a cage until plants were about two months old. Virtually no nymphs were produced and lived on either variety of corn until plants were approximately 30 days old. Plants then improved in ability to support colonies until experiments were discontinued at 62 days. Table 1 shows the number of young produced by each biotype on the two corn hybrids during the first and last 10-day test. On K2234, which is susceptible in the field, biotypes KS-1 and KS-4 built up the largest colonies. Colonies were more than twice as large as those formed on K 1859 except in the case of KS-3, a biotype which thrived better on this field-resistant corn than did any biotype on the field-susceptible K2234. The explanation of field resistance of K1859 lies in the scarcity of KS-3 which is the least common of the biotypes (Pathak and Painter, 1959). In contrast to corn and *Triticum timopheevi*, which have high seedling resistance, most sorghum and barley varieties are susceptible (or resistant) as soon as they appear above ground.

Beard (1951) reported the high susceptibility of corn plants homozygous for the "id" gene. A seed strain of C. 1.31 known to be segregating for this genetic characteristic was planted in the greenhouse. Two of 10 plants tested, when 22 days old, showed high susceptibility to biotypes KS-2 and KS-3. None of the other eight plants supported live nymphs; although at 56 days of age, all plants were equally susceptible. Lack of further plant material at the time prevented additional experiments. The seedling susceptible plants apparently were homozygous for the "id" gene.

Beard (1951) also reported being able to increase the susceptibility of corn to corn leaf aphid by use of maleic hydrazide. Plants of both K1859 and K2234 treated with 0.05% solution of maleic hydrazide showed some stunting but all still were virtually immune to corn leaf aphid up to 34 days of growth when tests were discontinued. Apparently this material did not affect the seedling resistance of these two corn hybrids at this concentration. At higher concentration of 0.1% considerable phytotoxicity occurred and seedlings were not tested for aphid susceptibility.

The fecundity of the biotypes on Reno winter barley at 45° F. is recorded also in table 1. In this test biotypes KS-1 and KS-2 were strikingly different from KS-3 and KS-4, suggesting that biotypes also may differ in their reaction to differences in temperature.

### Discussion

The four biotypes of *R. maidis* have been distinguished on the basis of differences caused by two hosts on the biology of the aphid and by differences produced by the several biotypes in damage to two susceptible hosts: White Martin sorghum and Spartan barley. Results show differences between biotypes when feeding on nine varieties of five plant hosts including those previously mentioned.

Seedling resistance almost to the point of immunity has been shown in two hosts, *Triticum timopheevi* and *Zea mays*. In the latter host, susceptibility was not affected by maleic hydrazide. This seedling resistance disagrees with the common concept of the habitat of this species which ordinarily feeds on the young and tender whorl of corn but actually prospers behind leaf sheaths of corn and on husks of the ear where the tissues are old and tough. In contrast, on sorghum susceptible to the aphid, infestation can occur as soon as seedlings emerge. Of the two corn hybrids used, K2234 is susceptible in the field as a mature plant while K1859 shows field resistance. The difference between the fecundity of biotypes KS-1, KS-2, and KS-4 on corn hybrid K1859 may give an indication of the non-economic level of infestation in the field as

measured in the greenhouse. K 1859 is susceptible to biotype KS-3 which constitutes only 2 per cent of the aphids present in Kansas and explains why this hybrid is considered resistant in the field.

The rather common occurrence of one or two nymphs of the corn leaf aphid in the whorl of winter wheat late in the fall has been puzzling but the results recorded here give some explanation. This species builds up its numbers on sorghum and corn in Kansas during the summer and, as these host plants mature or are killed by frost, the winged aphids make their way to fields of wheat and give birth to a few nymphs. It appears doubtful whether biotypes KS-1, KS-2 and KS-4 are able to survive as colonies on any varieties of winter wheat tested. The fecundity of KS-3 is significantly higher on at least some wheat varieties and it is possible that this biotype may live over the winter in some years in Kansas on wheat. It is interesting that KS-3 and KS-4 both are able to reproduce at lower temperatures on Reno barley than are the other two biotypes which are ordinarily much commoner in Kansas in the summer.

When large numbers of individuals are weighed, all biotypes show significant differences in weight on the susceptible barley variety Spartan and all except one pair on the sorghum variety White Martin. On barley, the biotype having the lowest weight had the highest fecundity; this relationship is true for all biotypes on this host. This negative correlation between fecundity and size is the reverse of that reported by Harrington (1943) for the pea aphid, *Macrosiphum pisi* (Harris), on peas. The seasonal cycle which the aphids undergo is parallel for both hosts and for all four biotypes, the correlations being significant in the several cases. This tendency for aphids to be heavier in the spring of the year and lighter in the autumn is also shown by limited data on the spotted alfalfa aphid, *Therioaphis maculata* (Buckton), (Peters and Painter, 1958) and by the pea aphid on peas (Cartier, 1956). This characteristic is shown by the parthenogenetic form of these aphids, *R. maidis* and *T. maculata*, and may be related to a former agamic-sexual cycle which apparently has been lost in these two species.

It appears that the only possible origin of these biotypes in an obligate parthenogenetic aphid would be through gene or chromosomal alterations. Such physiological mutations have occurred under observations in another species, *Macrosiphum solanifolii* (Ashm.) (Shull, 1943). Apparently a similar start is responsible for the origin of the spotted alfalfa aphid biotype resistant to insecticides (Stern and Reynolds, 1958), and for the origin of a biotype of that species able to maintain colonies on one of the ordinarily resistant clones which make up the alfalfa variety Lahontan (Pescho et al. 1959). Since the species concerned are parthenogenetic, the genes which cause these physiological changes must almost certainly be dominant.

The corn leaf aphid, *R. maidis*, appears to be entirely parthenogenetic in reproduction, males having been reported only four times in the literature (Das, 1918; Wildermuth and Walter, 1932; Eastop, 1954; Cartier, 1957) and eggs and egg-laying females not at all. The development of biotypes therefore may have been part of the mechanism of survival in this species. As here reported the biotypes differ by quite a number of characters. It seems highly unlikely that the multiple host-aphid relationships are conditioned by a single enzyme or physiological reaction. It seems much more likely that a group of such reactions different in the four biotypes are involved. Hence, it appears that these biotypes have been separate entities for a fairly long period of time making possible accumulation of mutations giving these characteristics. As shown previously (Pathak and Painter, 1959), the distribution of the biotypes is allopatric with occasional mixed colonies occurring in nature, hence, these biotypes cannot be classified as subspecies though they partake of the characteristics of such taxa in some respects. Investigations of other geographic areas will probably disclose other biotypes with even greater differences than the ones here reported.

# BIBLIOGRAPHY

- BEARD, Rummon L. 1951: The susceptibility of maize to the corn leaf aphid. Jour. Econ. Ent. 44: 1024. — CARTIER, Jean Jacques. 1956: Variations du poids des adultes virginipares apteres de deux races du puceron du pois, *Acyrtosiphum pisum* (Harris), au cours de 44 generations. Soc. Ent. Quebec, Ann. 2: 37—41. — CARTIER, Jean Jacques and Reginald H. Painter. 1956: Differential reactions of two biotypes of the corn leaf aphid to resistant and susceptible varieties, hybrids, and selection of sorghums. Jour. Econ. Ent. 49 (4): 498—508. — DAS, Bashambar. 1918: The Aphididae of Lahore. Mem. Indian. Mus. Calcutta. 6 (4): 135—274. — EASTOP, V. F. 1954: The males of *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) and a discussion on the uses of males in aphid taxonomy. Royal Ent. Soc. London Proc. (A). 29: 84—86. — GIBSON, W. W. 1957: Biological and ecological studies of the wheat curl mite, *Aceria tulipae* (K.) on winter wheat in Kansas. Kansas State University, Ph. D. Dissertation. 148 p. — MacNAY, C. Graham. 1958: Summary of important insect infestations occurrences and damage in agricultural areas of Canada in 1958. Ent. Soc. Ontario Ann. Rpt. 89: 73—87. — PATHAK, M. D. and Reginald H. PAINTER. 1958: Effect of the feeding of the four biotypes of corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) on susceptible White Martin sorghum and Spartan barley plants. Kans. Ent. Soc. Jour. 31 (2): 93—100. — PATHAK, M. D. and Reginald H. PAINTER. 1958: Differential amounts of material taken up by four biotypes of corn leaf aphids from resistant and susceptible sorghums. Ent. Soc. Amer. Ann. 51 (3): 250—254. — PATHAK, M. D. and Reginald H. PAINTER. 1959: Geographical distribution of the four biotypes of corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), in Kansas. Kans. Acad. Sci. Trans. 62 (1): 1—8. — PESHO, G. R. and F. V. LIEBERMAN. 1959: A biotype of the spotted alfalfa aphid on alfalfa. Jour. Econ. Ent. 53 (1): 146—150. — PETERS, Don C. and Reginald H. PAINTER. 1958: Studies on the biologies of three related legume aphids in relation to their host plants. Kans. Agr. Expt. Sta. Tech. Bul. 93. 44 p. — SHULL, A. Franklin. 1943: Origin of diverse strains of an aphid species within a limited area. Mich. Acad. Sci. Arts. Letters. 28: 425—431. — STERN, Vernon M. and Harold T. REYNOLDS. 1958: Resistance of the spotted alfalfa aphid to certain organophosphorus insecticides in Southern California. Jour. Econ. Ent. 51 (3): 312—316.

## STUDIES ON BEETLES OF THE *BRUCHIDAE* IN NORTHERN NIGERIA

P. F. PREVETT

During the period October 1959 until the present time approximately 20 species of Bruchid have been collected in the vicinity of Kano and other parts of Northern Nigeria. The number is thus qualified because it has not yet been established whether apparently different species reared from the same host plant are, in fact, "active" and "normal" forms of the same species (as are known to occur in *Callosobruchus maculatus* [F.]).

The work in progress can be briefly described under two headings. Firstly, a study of the infestation of cowpeas (*Vigna* sp.) by *Callosobruchus maculatus* and *Bruchidius atrolineatus* (Pic.). The relative importance of the two species as pests of cowpeas is being assessed, together with a consideration of the seasonal fluctuations in numbers of the "active" and "normal" forms of the former species. The importance of field infestation is also being considered.

Secondly, a study of the various species of Bruchid infesting Leguminous pods in the field is being carried out. This work, which commenced as a study of the subfamily *Pachymerinae*, to which the Groundnut Bruchid (*Caryedon gonagra* [F.]) belongs, has now been extended to include members of the subfamily *Bruchinae* as numbers of species have been encountered. Host relationships and yearly life cycle of all species are



being considered. In the case of the various *Caryedon* species a detailed study is being carried out of the external morphology of all larval instars. If time permits this will also be extended to the subfamily *Bruchinae*.

The most interesting fact that has so far emerged from the study of larvae is that in all of the *Caryedon* species examined the legs, which in most Bruchids are well developed in the first instar and become vestigial in succeeding instars, become strongly developed again in the final instar. These species all emerge from the pod as fully grown larvae and construct cocoons below ground or in surface debris. The legs have not been observed to function during cocoon making, but it is considered that their redevelopment at this stage is probably correlated with the necessity of locating a suitable site for cocoon construction. It is interesting to note that in the case of another member of this subfamily, a *Pachymerus* species which infests the seeds of the oil palm, pupation is within the seed and the legs are vestigial in the final instar larva (as in the subfamily *Bruchinae*).

The larvae of one species of *Caryedon* have been observed to pass into a resting stage, as final instar larvae, after the completion of the cocoon. It has not yet been determined whether this resting stage, which lasts for at least four months, is a true diapause. It may be correlated with the non-availability for part of the year of the appropriate *Acacia* pods. In the case of another species, which infests pods which are available throughout the dry season, continual re-infestation has been observed, with no appearance of a resting stage.

## ZUR ÖKOLOGISCHEN CHARAKTERISTIK DER FAUNA VON KÄFERN DIE ALS SCHÄDLINGE DER LANDWIRTSCHAFT IN AZERBEIDCHAN BEKANNT SIND

N. G. SAMEDOW

Zoolog. Institut, Akad. Azerbeidschan, Baku

Die Erweiterung und Entwicklung der ökologischen Richtung in den Untersuchungen der Tierwelt ist durch die planmäßige Entwicklung der Volkswirtschaft des Landes hervorgerufen. Dies fordert eine Erarbeitung wissenschaftlich motivierter Maßnahmen zur Leitung des Formierungsprozesses der Tierwelt zwecks ihrer Bereicherung mit neuen günstigen Gattungen und der Organisation des Kampfes gegen die schädlichen Formen.

Die Azerbeidschanische SSR zeichnet sich durch sehr verschiedenartige klimatische Bedingungen, Bodenschichten und Vegetation aus. Das gilt auch für die reiche Kulturlandwirtschaft und für die Mannigfaltigkeit der Landwirtschaftlichen Produktion. All das bedingt natürlich die eigenartige schädliche Entomofauna der landwirtschaftlichen Kulturen, in der die Käfer einen besonderen Platz einnehmen.

Die Käferwelt des Azerbeidschans ist in vielen Gruppen ziemlich gut bekannt und man hat auf Grund dessen viele Arbeiten veröffentlicht. Heutzutage bewohnen das Territorium der Republik Käfer aus etwa 4000 Gattungen, aus denen mehr als 2500 Gattungen zu 80 Familien gehören. Viele Gelehrte der UdSSR haben die Koleopterenfauna im Kaukasus und in Azerbeidschan untersucht, und zwar größtenteils systematisch.

Mit Rücksicht auf die große Bedeutung vieler Käfergattungen als Schädlinge der landwirtschaftlichen Pflanzen ist die Aufklärung der Besonderheiten ihrer Verteilung



unter bestimmten ökologischen Bedingungen von großem theoretischen und praktischen Interesse.

Dieser Arbeit liegen die Angaben des Autors zugrunde, die er in verschiedenen Zonen der Republik gesammelt hat und die zu den komplexen Untersuchungen der schädlichen Käfer des Azerbeidschans gehören.,

Bearbeitet wurden die schädlichen Käfer aus den 16 wichtigsten Familien in Azerbeidschan. Die Ergebnisse zeigen, daß die Fauna der schädlichen Käfer Azerbeidschans durch Mannigfaltigkeit der quantitativen Zusammensetzung charakterisiert wird. Gegenwärtig gibt es in Azerbeidschan aus den obengenannten Familien 314 Gattungen schädlicher Käfer. Die meisten von ihnen sind eine große Gefahr für die landwirtschaftlichen Kulturen.

Diese Käfer gehören zu folgenden Familien (in Klammern ist die Zahl der Arten angegeben): *Carabidae* (13), *Silphidae* (4), *Cantharididae* (3), *Elateridae* (19), *Buprestidae* (19), *Nitidulidae* (4), *Coccinellidae* (7), *Meloidae* (12), *Mordellidae* (4), *Alleculidae* (12), *Tenebrionidae* (10), *Cerambycidae* (24), *Chrysomelidae* (59), *Bruchidae* (12), *Curculionidae* (66), *Scarabaeidae* (46.) Wie man daraus ersieht, ist die Welt der schädlichen Käfer in Azerbeidschan sehr reich. Die führende Rolle in quantitativer und wirtschaftlicher Hinsicht spielen die *Curculionidae*, *Chrysomelidae*, *Scarabaeidae*, *Cerambycidae* und *Elateridae*. Aus den anderen Familien treten in manchen Jahren Arten auf, die ihrer Schädlichkeit nach einen der ersten Plätze einnehmen. So z. B. waren *Zabrus tenebriodes elongatus* Mén., *Bruchidae*, *Tenebrionidae* und andere in den letzten Jahren in einigen Rayons der Zone Mugan und Nucha-Zakataly (Azerbeidschan) die Hauptschädlinge der Feldkulturen.

Der reiche und mannigfaltige Gattungsbestand der für die landwirtschaftlichen Pflanzen schädlichen Käfer und ihre Beschränkung auf verschiedene ökologische Zonen der Republik werden durch Verschiedenartigkeit der Natur- und Klimabedingungen bestimmt. In diesem Zusammenhang kann man eine große Mannigfaltigkeit der Gattungen hervorheben. All das bezieht sich auf Feldkulturen der Westzone und des südlichen Hanges des Großen Kaukasus, die neben den mit Kleingehölz bedeckten Bergen liegen. Die Saat der Zone des Mittel- und Hochgebirges gehört nicht dazu. Die Wälder und Gärten schaffen in diesen Rayons günstige Bedingungen zur Formierung des Lebenszyklus der wichtigsten schädlichen Gattungen. Unter solchen Bedingungen gewöhnen sie sich an die trockene und heiße Sommerperiode. Dasselbe Bild sehen wir in den Rayons der Zone Lenkoran. Die Zahl der Arten der schädlichen Käfer, nach den erwähnten Familien, erreicht 171.

Nicht weniger interessant sind die schädlichen Käfer in den Rayons der Kura-Araks Tiefebene. Hier ist die schädliche Koleopterofauna der landwirtschaftlichen Kulturen relativ ärmer und zählt 154 Arten, die meisten sind thermophil und polyphag.

Die geographische Verbreitung vieler Gattungen der Phytophilkäfer ist eng mit der Verbreitung der Futterkulturen verbunden. Die Frage nach dem Weg und der Zeit der Formierung verschiedener schädlicher Komplexe der Koleopterofauna in Azerbeidschan ist offen. Aber man muß sagen, daß die schädlichen Käfer, die aus den benachbarten Territorien auf verschiedenen Wegen und in verschiedenen Zeiten nach Azerbeidschan gelangen, dort in verschiedenen ökologischen Zonen der Republik verwickelte Komplexe bilden. Es wurde festgestellt, daß die modernen schädlichen Koleopterofauna-Gruppierungen Azerbeidschans aus verschiedenen Elementen bestehen. Unter den registrierten Arten dominieren die Elemente der Mittelmeer- (36%) und Vorderasientypen (22%). In großen Mengen sind die endemischen Formen (17%) vorhanden. Die Elemente der europäischen und mittelasiatischen Typen sind in den westlichen, nordwestlichen und östlichen Rayons der Republik gut dargestellt.

Verschiedene Typen der landwirtschaftlichen Pflanzen haben eine verschiedene schädliche Koleopterofauna. Von den genannten Arten der schädlichen Käfer sind dem Charakter der Nahrung nach 42% poliphag, 36% oligophag und die anderen monophag. Das Verhältnis der einzelnen Faunakomplexe der Käfer auf verschiedenen landwirtschaftlichen Landstücken ist sehr ungleichmäßig. Auf den Feldern mit Getreidekulturen sind 98 Arten vorhanden, auf den Feldern mit technischen Kulturen (Baumwolle, Tabak u. dgl.) 56 Arten, auf den Futterfeldern 38 Arten, auf dem Gemüse 26, in den Weinbergen und im Obstbau 61 Arten.

Die Bearbeitung des gesammelten Materials nach der Biologie und Ökologie der wichtigsten Gattungen zeigt, daß Feuchtigkeit, Temperatur, Nahrung und die Produktionstätigkeit des Menschen im Zusammenhang mit anderen Komponenten der Biogeozönose einen großen Einfluß auf die Zahl der meisten schädlichen Käfer in der Republik ausüben. Der Einfluß mancher ökologischer Faktoren auf die einzelnen Entwicklungsstufen der wichtigsten Schädlinge der Getreide- und anderer Kulturen wurde von uns in den tiefliegenden und vorgebirgigen Zonen der Republik bei ökologisch einheitlichen Bedingungen untersucht. Die gewonnenen Angaben zeigen, daß viele erwachsene Stadien der Käfer in die besten (der Feuchtigkeit nach) Bedingungen migrieren, wo sie Eier ablegen (*Elateridae*, *Scarabaeidae* u. a.). Die aus den Eiern ausschlüpfenden Larven befinden sich am Anfang nicht tief unter der Oberfläche des Bodens, aber sie fühlen sehr bald den Mangel an Feuchtigkeit und die hohe Temperatur. Das alles bedingt den Grad ihrer Existenz und die Notwendigkeit ihres Aufenthaltes in verschiedenen Tiefen des Bodens. Im Zusammenhang mit dem weiteren Mangel einzelner Faktoren, die zur normalen Entwicklung dieser Larven nötig sind, und im Zusammenhang mit dem Einfluß der agrotechnischen Maßnahmen ist oft zu bemerken, daß die Larven nur in sehr geringen Mengen bis zum Imaginalstadium am Leben bleiben. All das zeigt, daß unter den Bedingungen des Azerbeidschans keine gesetzmäßige Periodizität in den Schwankungen der Zahl der die landwirtschaftlichen Pflanzen schädigenden Käfer zu bemerken ist. Die Dynamik der Periodizität hängt größtenteils ab von den sich wiederholenden ungesetzmäßigen Einflüssen der periodischen ökologischen Faktoren und der Tätigkeit des Menschen.

Eben deshalb muß man die obenerwähnten ökologischen Besonderheiten der schädlichen Käfer in Betracht ziehen, und man muß sich ihrer bedienen bei der Planung und Organisation der agrotechnischen und vernichtenden Maßnahmen in dem Kampf gegen diese Käfer.

## THE TYPE OF DAMAGE CAUSED TO DIFFERENT HOST PLANTS BY THE CARROT RUST FLY *PSILA ROSAE* (F.)

H. ELDON SCOTT

Manuskript nicht eingelangt

### ABSTRACT

Carrot rust fly larvae caused different patterns of injury in each host plant. The damage was more severe in carrots than in parsnips in the same field under the same population density. Damage to dill, parsley and celery also was characteristic.

# PIESMA QUADRATA FIEB. IN POLEN

HENRYK SANDNER

Mit dem Auftreten und der Verbreitung der Rübenblattwanze begann man sich in Polen erst dann zu befassen, als man die ersten Kräuselkrankheitsherde feststellte. Seit jener Zeit wurde dieser Schädling zum Gegenstand des Interesses der angewandten Entomologie, und naturgemäß beschränkte sich das Forschungsgebiet auf die Flächen der Kräuselkrankheitsherde. Da die Möglichkeiten für das Auftreten der Rübenblattwanze, mit Ausnahme der durch die Kräuselkrankheit befallenen Gebiete, nicht berücksichtigt wurden, stützten sich die Daten, die das Vorkommen der Rübenblattwanze in Polen betreffen, grundsätzlich auf die Angaben im Bereich der Kräuselkrankheit.

Die Daten, welche die Verbreitung der Rübenblattwanze in der Zeitspanne bis zum Kriege betreffen, sind in zwei Publikationen von Jeż (1936 und 1938) enthalten. Die ersten Angaben über das Auftreten der Kräuselkrankheit in Polen stammen aus dem Jahre 1930 aus der Woiwodschaft Poznań. Vorher aber wurde diese Krankheit in Schlesien festgestellt.

Die Beobachtungen über das Auftreten der Rübenblattwanze und der Kräuselkrankheit umfassen demnach schon 30 Jahre. In dieser Zeitspanne breiteten sich der Schädling und die durch ihn übertragene Krankheit systematisch in nördlicher, nordöstlicher und östlicher Richtung aus, trotz Bekämpfung.

Auf der nachstehenden Karte wird der Bereich der Rübenblattwanze und der Kräuselkrankheit in Polen vor dem Kriege (1930 und 1937) und nach dem Kriege (1947, 1957 und 1959) veranschaulicht. Das Verbreitungstempo ist langsam und überschreitet in den letzten Jahren keine zehn Kilometer jährlich.

Die quantitative Intensität der Rübenblattwanze und die damit verbundenen Schäden im Rübenbau sind sehr veränderlich. Sie hängen nicht nur von dem Verlauf der Witterungsfaktoren in den einzelnen Jahren ab, sondern selbstverständlich auch von den Ausmaßen und der Wirksamkeit der Bekämpfungsaktion. Diese Situation wird vorzüglich durch die Veränderungen in der Intensität des Auftretens der Rübenblattwanze in den Woiwodschaften Poznań und Bydgoszcz gekennzeichnet. In der Woiwodschaft Poznań wurde bereits 1937 eine allgemeine Bekämpfung, gestützt auf die entsprechenden Verordnungen der Behörden, eingeführt. Im Ergebnis dieser allgemeinen Aktion senkte sich der Stand der Rübenblattwanze beachtlich, und obwohl dort während des Krieges keine Bekämpfungsmaßnahmen durchgeführt wurden, hat sich der Schädling erst in den Jahren 1945—1946 derart vermehrt, daß die allgemeine Bekämpfungsaktion im Zeitraum 1947—1949 wieder aufgenommen werden mußte. Im Ergebnis dieser Maßnahme wurde ein stärkeres Auftreten der Rübenblattwanze erst im Jahre 1955 beobachtet. In den folgenden zwei Jahren vermehrte sich der Schädling enorm und 1957 wurden erhebliche Schäden verzeichnet, die auf dem gesamten Rübenbaugebiet in Polen eine Ertragssenkung um 15% ergaben, was in Umrechnung auf die Warenmasse über 40.000 t Zucker betrug. Bereits 1956 wurde die Bekämpfungspflicht in einigen Ortschaften der Woiwodschaft Poznań, im folgenden Jahr im ganzen Gebiet eingeführt. Im Ergebnis ist das Auftreten der Rübenblattwanze von 60—70% im Jahre 1957 auf 10—15% im Jahre 1959 zurückgegangen.

In der Woiwodschaft Bydgoszcz trat die Rübenblattwanze erst 1938 auf, und bis zum Kriegsausbruch wurden hier keinerlei Verluste durch die Kräuselkrankheit notiert. Im Zeitraum 1947—1949 stieg die Krankheitsintensität derart, daß es notwendig wurde, die Bekämpfungspflicht einzuführen. In der Zeit 1954—1955 konnte man den Kampf gegen die Rübenblattwanze wieder einstellen; nach einem Jahre mußte er jedoch wieder aufgenommen werden.

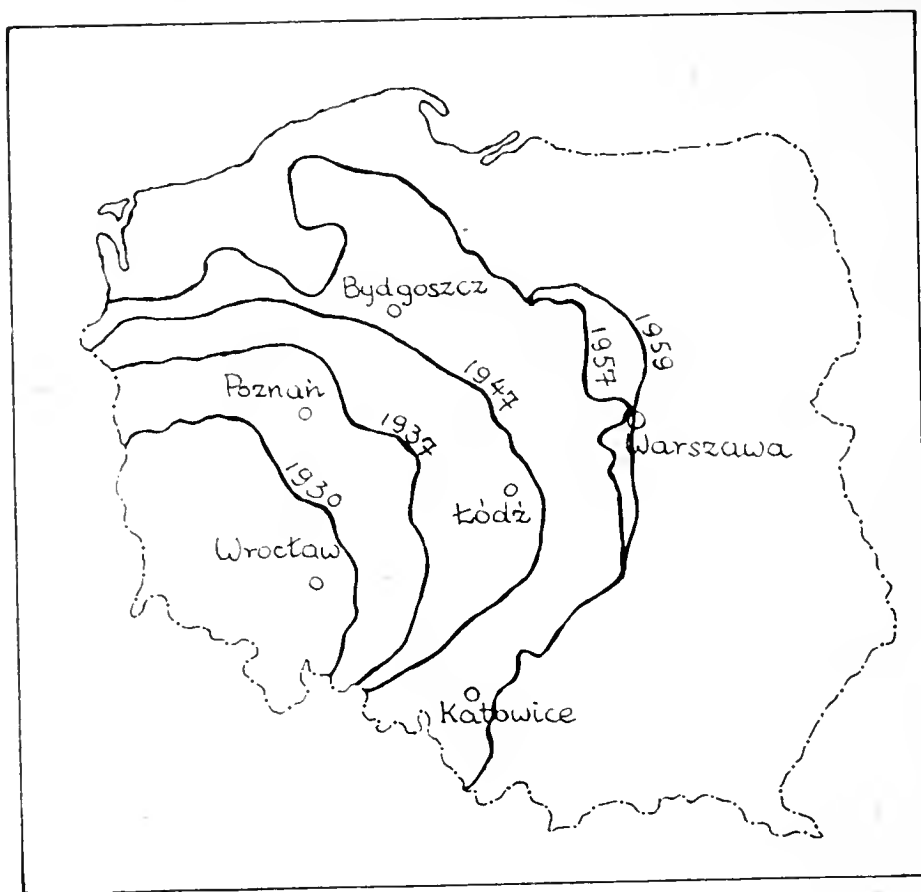


Fig. 1. Die Bereichsgrenzen der Rübenblattwanze und der Kräuselkrankheit in Polen in verschiedenen Jahren

In der Woiwodschaft Bydgoszcz wurden exaktere Berechnungen über die Verluste gemacht, die durch die Rübenblattwanze und die Kräuselkrankheit verursacht werden. Aus dem Vergleich der Erträge von gesunden und der durch die Kräuselkrankheit angefallenen Rüben ergibt sich, daß diese Verluste durchschnittlich 64,5% an Wurzelgewicht, 55,5% an Blattgewicht und 68,5% an Zuckergehalt betragen.

Der Kampf gegen die Rübenblattwanze wurde bis unlängst mit der Fangstreifenmethode geführt; die Fangstreifen wurden nach dem Befall durch den Schädling eingepflügt. In den letzten Jahren wurde die Rübenblattwanze auf den Fangstreifen durch Bestäubung mit Kontaktpräparaten, vor allem mit HCH, vernichtet. Dort, wo die Rübenblattwanze fortlaufend und intensiv auftrat, brachte die Fangstreifenmethode Ergebnisse, obwohl nicht ganz zufriedenstellende. Die Zuckerrübenzüchter, die schon einige Male von der Kalamität der Kräuselkrankheit heimgesucht wurden, richteten sich genauestens nach den Anordnungen. Anders war es jedoch in den Gebieten, wo die Züchter keine beachtlicheren Verluste durch das Auftreten von Kräuselkrankheit erlitten haben. Dort konnten große Widerstände bezüglich der Anwendung dieser Methode beobachtet werden, da sie eine erhebliche Aussaatverspätung zur Folge hat. Unter diesen Bedingungen sicherte die Fangstreifenmethode zwar vor größeren Verlusten, wirkte jedoch der Verbreitung der Krankheit nicht entgegen. Hierbei muß ebenfalls bemerkt werden, daß unter den Klimabedingungen Polens, der aus der Anwendung dieser Methode gezogene Nutzen beachtlich durch die Ertragssenkung reduziert wurde, die durch die Kürzung der Vegetationsperiode der Rüben infolge der verspäteten Aussaat eintrat. Im Jahre 1959 wurden die ersten chemischen Bekämpfungsmaßnahmen ergriffen. Im Jahre 1960 wurde bereits das gesamte Gebiet des Auftretens der Rübenblattwanze mit der chemischen Bekämpfungsaktion umfaßt, indem tiefwirkende Präparate verwendet wurden. An Stellen, wo der Schädling in großen Mengen auftrat, wurde eine dreifache Bestäubung angewendet und die übrigen Stellen wurden prophylaktisch einmal bestäubt.

Mit dem Augenblick der Einführung der chemischen Bekämpfung ergab sich das Problem, diese Aktion mit der Blattlausbekämpfung zu verbinden. Es zeigte sich, daß dort, wo dreimalige Bekämpfungsmaßnahmen gegen die Rübenblattwanze durchgeführt wurden, ein Verzicht auf besondere Bekämpfungsmaßnahmen gegen *Aphis fabae* und *Myzodes persicae* eventuell möglich ist. So wird ein Teil der Anbaufläche mit systemi-



schon Mitteln und ein Teil mit tiefwirkenden Präparaten behandelt. Die Bekämpfungsmaßnahmen werden mehrmals im Jahr wiederholt. Eine solche Perspektive kann sowohl vom Wirtschafts- als auch vom Biozölogiestandpunkt aus nicht als günstig angesehen werden. Daher begann man andere Methoden zu suchen. Die Untersuchungen sollen bezwecken, weniger kostspielige und manuelle sowie selektivere Methoden auszuarbeiten. Die Arbeiten gehen in zweierlei Richtungen: einerseits werden Versuche über einige systemische Präparate geführt, die als Beizmittel angewendet werden, andererseits werden die Möglichkeiten überprüft, die chemischen Bekämpfungsmaßnahmen auf die Randstreifen der Rübenfelder zu beschränken.

Die Konzeption der Anwendung systemischer Präparate in Form von Samenbeizmitteln stellten zuerst Ivy, Iglisky und Rainwater (1950). In unseren Versuchen, die 1958 und 1959 geführt wurden, gelangten trockene, mit den Initialen „VP“ bezeichnete Beizmittel der Firma Sandoz zur Anwendung. Es wurden parallele Topf- und Feldversuche geführt. In zwei Feldstationen wurden je 8 Töpfe angelegt, davon 4 mit dem VP-Präparat und 4 Kontrolltöpfe. Nachdem die jungen Pflanzen bereits gut entwickelte Keimblätter hatten, wurden in jeden Topf unter die Isolationsvorrichtung je 25 Individuen von *Piesma quadrata* eingeführt. Nach 7 Tagen wurde die Anzahl der toten Individuen berechnet, sämtliche Individuen wurden entfernt und 25 neue Insekten eingeführt. Die Kontrolltermine entfielen auf den 21., 28. und 35. Tag nach der Samenaussaat. Die Durchschnittsterblichkeit bei Anwendung von 0,5 g Beizmittel auf 100 g Samen betrug nach Ablauf von 21 Tagen nach der Aussaat 13%, nach Ablauf von 28 Tagen 12% und nach 35 Tagen dagegen lediglich 4%. In den Kontrolltöpfen schwankte die Sterblichkeit zwischen 0,5 und 2%. Nachdem 1 g Beizmittel auf 100 g Samen verwendet wurde, waren die Schwankungen der Sterblichkeit in den einzelnen Töpfen erheblich, was sich wohl aus gewissen methodischen Unzulänglichkeiten ergab. Die Sterblichkeit war jedenfalls bedeutend höher und erreichte maximal 66%. Die Feldversuche wurden jeweils fünfmal auf den Anbauflächen derselben Feldstationen wiederholt. Felder mit einer Fläche von etwa 1 Hektar wurden in zwei gleiche Teile geteilt. Auf einer wurden gebeizte Samen ausgesät, auf der anderen ungebeizte. Die Teilungslinie verlief vertikal zu der erwarteten Anflugslinie der Rübenblattwanze auf das Feld. Im August wurde die Berechnung über die Intensität des Kräuselkrankheitsauftritts auf allen Feldern durchgeführt. In den 1959 gemachten Versuchen wurde das Beizmittel VP in einer Menge von 0,5 g auf 100 g Samen angewendet. Die erzielten Ergebnisse bestätigten die in den Topfversuchen errungenen Ergebnisse. Die Verminderung der Krankheitsintensität auf der Fläche mit gebeizten Samen betrug 11 bis 14,7%. Die erzielten Ergebnisse sind selbstredend noch nicht zufriedenstellend. Die Versuche werden jedoch im Hinblick auf Vorzüge der Methode, wie die Leichtigkeit der Anwendung und die völlige Selektivität der Wirkung, fortgeführt.

Die Versuche über die Möglichkeit der Reduzierung der chemischen Maßnahmen nur zur Bestäubung der Randstreifen der Rübenfelder sind noch nicht abgeschlossen. Die einleitenden Versuchsergebnisse nach nicht veröffentlichten Angaben des Institutes für Pflanzenschutz und des Institutes für Pflanzenzucht und Akklimatisation sind vielversprechend. Obwohl die Versuche nicht abgeschlossen worden sind, wurde bereits in diesem Jahr diese Methode praktisch in einigen Gebieten eingeführt.

#### L I T E R A T U R

- IVY, E. E., IGLISKY, W., RAINWATER, C. F. (1950): Translocation of octamethyl pyrophosphoramidate by the cotton plant and toxicity of treated plants to cotton insects and spider mite. J. econ. Entom. 43. — JEŽ, S. (1936): Rübenblattwanze (*Piesma quadrata* Fieber) in der Wojewodschaft Poznań im Jahre 1935 (polnisch). Roczn. Ochr. Rośl. 3. — JEŽ, S. (1938): Rübenblattwanze (*Piesma quadrata* Fieber) in der Wojewodschaft Poznań im Jahre 1936/37 (polnisch) Roczn. Ochr. Rośl. 5.

# UNTERSCHIEDE IN DER ZUSAMMENSETZUNG DER INSEKTENFAUNA DER KARTOFFEL-, KLEE- UND ZUCKERRÜBENFELDER

VÁCLAV SKUHRAVÝ und KAREL NOVÁK

In der Tschechoslowakei wird seit dem Jahre 1952 die Entomofauna einzelner Kulturfelder planmäßig studiert. Arbeitsgruppen der Hochschulen haben die Insektenfauna der Zuckerrüben-, Tabak-, Mais- und Luzernfelder bearbeitet. Im Entomologischen Laboratorium der ČSAV wurde die Insektenfauna der Kartoffel- und Kleefelder erforscht und Ergebnisse veröffentlicht.

Ziel dieser Forschung ist Feststellung der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung der Feldkulturenentomofauna in der ČSSR, Feststellung der quantitativen Veränderungen im Vorkommen der Arten im Laufe des Jahres, der Jahresdynamik von dominanten Arten und ihrer Nahrungsbeziehungen und Feststellung des Einflusses von Insektiziden auf einzelne Insektenarten dieser Bestände (das letzte Problem wird in einem selbständigen Referate behandelt).

Bei dieser Forschung haben eine wesentliche Bedeutung die benutzten quantitativen Sammlungsmethoden, die nicht nur Angaben über die Dominanz — das heißt über die prozentuelle Zahl einzelner Arten — sondern auch über die Abundanz — d. h. Angaben über die Zahl von Insekten auf bestimmten Flächeneinheiten — liefern. Solche Angaben kann man nur durch mehrere quantitative Sammlungsmethoden erhalten, und deshalb wurden bei uns bei regelmäßigen, in 10—14tägigen Zeitperioden während des ganzen Jahres durchgeführten Sammelexkursionen der Kescherfang, Bodenfallen mit Formalin, die Schalen nach Möricke, die Blattmethode, die Kontrolle einzelner Pflanzen, die Quadrat- und Zylindermethode und verschiedene Abdeckungsmethoden benutzt.

In diesem Referate möchten wir nur einige allgemeinere Schlußfolgerungen als Resultat dieses in unserem Laboratorium geführten Studiums erwähnen.

Man kann sagen, daß die Insektenfauna von großen Monokulturflächen in qualitativer Hinsicht verhältnismäßig arm ist, daß sie aber durch quantitatives Vorkommen einiger Arten, welche dort gute Bedingungen zur Entwicklung finden, sehr reich ist. Gewöhnlich bilden 20—30 Insektenarten 75—85% aller dort lebenden Insekten, weitere 30—40 Arten rund 10—15% und andere Hunderte Arten kommen selten oder nur in einigen Exemplaren vor. Auf Kartoffelfeldern wurden 28, auf Kleefeldern 36 und Zuckerrübenfeldern 23 dominante Arten festgestellt.

Wenn wir das Vorkommen von Insektengruppen auf einzelnen Monokulturen vergleichen, so finden wir hier in bestimmten Fällen eine bedeutende Übereinstimmung, in anderen Fällen wesentliche Unterschiede. So z. B. war aus der Heteropterengruppe die Art *Lygus rugulipennis* auf Klee-, Kartoffel- und Zuckerrübenfeldern an erster Stelle (68, 69 und 85%). Unter den ersten 5 Arten konnte immer die Art *Chlamydatus pullus* und die Gattung *Nabis* festgestellt werden. In 2 Fällen auf den Klee- und Kartoffelfeldern kam die Art *Plagiognathus chrysanthemi* vor. Ähnlich war es auch bei den Feldlaufkäfern, und die Übereinstimmung im Vorkommen der Arten konnte auch in der *Psylloideagr*uppe festgestellt werden. Dagegen wurden große Unterschiede im Vorkommen der Curculioniden und anderer phytophager Coleopteren, dann Homopteren u. a. festgestellt.

Die Insektenfauna der Kulturflächen (ohne Bodenfauna, die bei uns bisher nicht erforscht wurde) kann nach der Nahrungsspezialisierung in 4 Gruppen geteilt werden.

1. Fauna der Unkräuter,
2. Fauna der Monokulturpflanzen,
3. Räuber und Parasitenfauna,
4. Schizophag-Arten.

Im Vorkommen der 1., 3. und 4. Gruppe herrscht in einzelnen Monokulturen größere Übereinstimmung, wesentliche Unterschiede kommen in der 2. Gruppe vor.

1. Die Unkräuterfauna wird vor allem von influenten Arten gebildet. In gut bewirtschafteten Feldkulturen werden die Lebensbedingungen für die Unkräuter beschränkt und zum Massenauftreten einzelner Arten kommt es nur im Falle von großer Verunkrautung. Einige Unkrautarten — sogenannte universelle Arten — kommen in allen Feldkulturen vor. Es sind z. B. *Agropyrum repens*, *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Chenopodium album*, *Polygonum aviculare*, *Erodium cicutarium*, *Raphanus raphanistrum* und die Gattungen *Veronica*, *Ajuga* und *Viola*. Die Insekten dieser Unkrautarten sind allen Feldkulturen eigen. Als Beispiel können die auf *Polygonum aviculare* lebende Psyllidenart *Aphalara polygoni* und die Chrysomelidenart *Gastroidea polygoni*, die auf *Chenopodium* lebende Blattlausart *Hayhurstia atriplicis* sowie die auf *Raphanus* lebenden Arten der Gattung *Meligethes* erwähnt werden. Zu diesen universellen Unkräutern kommen in Kleefeldern noch z. B. *Melandrium album*, *Taraxacum officinale* und *Plantago lanceolata*, in Hackfrüchten *Setaria*, *Galinsoga* und *Sonchus*.

Durch das Vorkommen der Arten auf diesen spezifischen Unkräutern unterscheiden sich einzelne Kulturen in größerem Maßstabe. Auch in der Aspektfolge sind größere Unterschiede bemerkbar, besonders zwischen den Futterpflanzen (Klee und Luzerne) und Hackfrüchten (Kartoffel und Zuckerrübe) sind im April und Mai große Unterschiede, weil z. Z. in der sich die Unkräuter in den Futterpflanzenbeständen normalerweise entwickeln, diese in den Hackfrüchten einigemal vertilgt werden.

2. Die größten Unterschiede im Vorkommen von Insekten bestehen aber hauptsächlich bei den Arten, die direkt an die Monokulturpflanze gebunden sind. Auf der Zuckerrübe sind es besonders die Arten *Aphis fabae* und *Pegomyia hyoscyami*, welche den Grund von zwei wichtigsten Nahrungsketten bilden. In kleinerem Maße ist es *Atomaria linearis* und *Myzodes persicae*. Auf den Kartoffeln bilden den Grund der Nahrungskette die Blattläuse *Doralis rhamni* und *Myzodes persicae*, auf dem Klee die Curculioniden der Gattungen *Sitona* und *Apion* und die Blattlaus *Acyrtosiphon onobrychis*. Zu diesen treten noch die Homopteren *Aphrodes bicinctus* und *Euscelis plebeus* und Thysanopteren der Gattung *Odontothrips* und die Blütenbesucher.

Als Folge des Kalamitätsvorkommens von *Aphis fabae* und *Pegomyia hyoscyami*, das sich nach einigen Jahren wiederholt, ergeben sich in einzelnen Jahren große Unterschiede im Auftreten dieser Arten. Dagegen ist das quantitative Vorkommen von Curculioniden auf den Kleefeldern in aufeinanderfolgenden Jahren fast dasselbe.

Größere Unterschiede im Vorkommen der Arten werden durch die Mahd verursacht. Nach der Mahd sinkt die Zahl der Insekten sehr rasch ab — ein Teil der Insekten fliegt ab, manche Insektenarten sterben und ein Teil bleibt auf der gemähten Fläche.

3. Die Räuber, welche an Phytophag-Arten der Unkräuter und der Monokulturpflanze gebunden sind, treten in qualitativer Hinsicht auf allen Feldern auf und nur in ihrem quantitativen Vorkommen sind größere Unterschiede bemerkbar. Von den Coccinelliden ist es z. B. *Coccinella 7 punctata*, *Propylaea 14 punctata*, *Epistrophe balteata* von den Syrphiden, einige *Chrysopa*-Arten, die Gattung *Nabis*, *Aeolothrips intermedius* von den Thysanoptern, viele Laufkäfer und Staphylinidenarten.

Zum Beispiel wurden auf 5 nebeneinander liegenden Feldern in 2 Jahren 39 Carabidenarten festgestellt. 27 von diesen wurden nur in wenigen, 7 Arten nur in einem Exemplar gefunden. Die Identität der Flächen nach dem Vorkommen von häufigen Arten war 100%. Die Arten *Pterostichus cupreus*, *Pterostichus vulgaris*, *Bembidion lampros*, *Agonum dorsale*, *Calathus fuscipes* und *Harpalus rufipes* kamen auf allen Feldern vor.

4. Die Schizophag-Arten, die selten sind, kamen fast auf allen Feldkulturen vor.



Zum Schluß kann man sagen, daß die größten Unterschiede in der Zusammensetzung der Feldkulturinsekten in der Gruppe der an die Monokulturpflanze gebundenen Arten und Parasiten vorkommen, während bei den Insekten der Unkräuter, den Räubern und Schizophagarten größere Übereinstimmung herrscht.

#### L I T E R A T U R

BALOGH, J. 1958: Lebensgemeinschaften der Landtiere. Akademie Verlag Berlin, 560 S. — NOVÁK, K., SKUHRAVÝ, V. und ZELENÝ, J. 1962: Der Einfluß von *Systox* auf einige Insektenarten des Zuckerrübenfeldes. Anz. Schädlingkd. (im Druck). — SKUHRAVÝ, V., NOVÁK, K. und STARY, P. 1959: Entomofauna jetele (*Trifolium pratense* L.) a její vývoj. Entomofauna des Kleefeldes und ihre Entwicklung. Rozpravy ČSAV 69: 1—82. — SKUHRAVÝ, V. und NOVÁK, K. 1957: Entomofauna bramboriště a její vývoj. Entomofauna des Kartoffelfeldes und ihre Entwicklung. Rozpravy ČSAV 76: 1—50. — TISCHLER, W. 1955: Synökologie der Landtiere. G. Fischer Verlag Stuttgart, 414 S.

## INSECT DETECTION WITH PORTABLE BLACKLIGHT TRAPS

PHILIP W. SMITH, WILLIAM C. ZARNSTORFF and JOHN T. MEDLER

Wisconsin Department of Agriculture, University of Wisconsin Department of Medicine, and Department of Entomology, respectively, Madison, Wisconsin

(See plate VI)

The use of electric light insect traps has increased in the United States during the past fifteen years. In Wisconsin, there are estimated to be nearly one hundred light traps in use. These traps are equipped with fluorescent tube-type mercury vapor lamps. Radiation in different spectra is determined by phosphor coatings on the insides of the lamps. Blacklight is a common term for radiant energy between 3200 and 4000 angstroms. Although fluorescent blacklight lamps radiate a small amount of visible light, their main spectral output is outside the human vision scale in the near ultraviolet wave lengths around 3600 angstroms. Such lamps are the most efficient sources of blacklight, and have been generally satisfactory for insect traps.

Fluorescent blacklight lamps ranging from 4 to 40 watts with their proper ballasts and starters are primarily designed to operate on 110-volt to 260-volt alternating current. Different ballasts facilitate 50-cycle or 60-cycle operation. Fluorescent blacklight lamps with the proper accessories also operate on direct current, but alternating current is more efficient. Electricity commonly available in the United States is 120-volt, 60-cycle current. Most of the blacklight traps in Wisconsin have been operated with this source of electricity. In some instances vibrator-type invertors have been used to convert the direct current of lead-acid batteries to alternating current for traps in locations where conventional electricity has not been available. As the location of a trap is of prime importance, it is obvious that electrical outlets restrict trap placement. An independent source of electricity permits trapping flexibility, but excessive current drain is a limiting factor.

In 1958, at Arlington, Wisconsin, Smith et al. compared catches with 6- und 15-watt lamps in two traps of similar design but different sizes. Due to the variability of baffle widths and funnel diameters, comparisons of catches to lamp wattages were

<sup>1</sup> Smith, P. W., J. G. Taylor and J. W. Apple 1959. A comparison of insect traps equipped with 6- and 15-watt blacklight lamps. Jour. Econ. Ent. 52: 1212-14.



inconclusive. However, the study demonstrated that the 6-watt blacklight lamp was satisfactory.

In 1959, at the University of Wisconsin Arlington Farms, we conducted an experiment to compare catches taken by traps equipped with 4-, 6-, and 15-watt blacklight lamps. Two traps of each wattage were used, but all six traps were otherwise identical (Fig. 1).

A lead-acid battery furnished electricity for each trap. Electrical equipment was specially designed so each lamp wattage would operate at 1000 cycles. However, the spectral output and light intensities of lamps remained identical to those of lamps which are operated on 60-cycle current. A transistor power supply and appropriate ballasts supplied each lamp and its accessories with the necessary alternating current by efficiently converting the 12-volt direct current.

Trapping was alternated nightly between fields of corn and alfalfa in a slightly rolling, rich, agricultural prairie nearly devoid of trees and shrubs. From August 19 through September 7, traps were operated on the ground in 20 different fields where there had been no previous trapping. The traps were spaced equidistant apart to minimize the influence one might have on another. Light exposure was good in alfalfa, as the growth seldom extended above the bottom of the lamps. However, in corn the traps were surrounded by dense vegetation. Except for two nights, minimum temperatures varied from 59° F. to 76° F. Catches were small for the two nights when temperatures dropped below 59° F.

Trap operation began before sundown and continued until after sunrise. Nightly trapping periods averaged fifteen hours. Operation was considerably longer on all nights than the flight periods of nocturnal insects. Late in the experiment a transistorized phototimer was made for each unit so that the sun would automatically start and stop each trap. These used negligible current, saved extra service trips, and limited trap operation to periods between sunset and sunrise.

Trapped specimens were killed rapidly with gas. Each night about 30 cc. of granular calcium cyanide (Cyanogas-Fumigant-G) was placed in small paper sacks through which the liberated gas diffused. The gas toxicant was very effective because our traps did not have precipitation drains. Catches were soaked on a few rainy nights, but identification was possible after the insects were poured onto a fine mesh screen and dried. Individuals of a species were counted or their numbers estimated volumetrically. The data were subjected to an analysis of variance using the  $\log x + 1$  transformation to determine significance for lamp wattage. Numerical data analysis of this research were conducted by the Numerical Analysis Laboratory, the University of Wisconsin (Project 60205). A summary of the data follows and future publication of the complete data is planned.

The analysis included a total of 375,200 insets. Of this number, 65.2% were trapped in alfalfa and 34.8% were trapped in corn. For the total number of insects trapped in each habitat, lamp wattage as related to catches was significant at the 1% level. Traps with 15-watt lamps caught about twice as many insects as the two smaller wattages. In alfalfa, 4-watt traps caught 56% and 6-watt traps 64% as many insects as 15-watt traps. In corn, the 4- and 6-watt traps caught 43% and 45% as many insects as the 15-watt traps.

In corn, for lamp wattages, there was significance at the 1% level for Orders as well as for seven smaller groupings such as *Noctuidae* and *Crambidae*. The only exception was *Corixidae* and, for this group, wattages were nonsignificant.

When insects were grouped by order, the lamp wattage was non-significant for catch size in alfalfa, but significant in corn. When grouped by family there was a ten-

dency for significance of wattage in both corn and alfalfa, and the frequency of significance appeared more often in corn.

An analysis by species rather than by groups was highly informative. In alfalfa, lamp wattage was nonsignificant for eighteen of twenty-five species, significant at the 1% level for six species, and significant at the 5% level for one species. In corn the situation was reversed. Here lamp wattage was significant at the 1% level for eighteen species, significant at the 5% level for one species, but nonsignificant for six species.

Where lamp wattage was nonsignificant for eighteen species caught in alfalfa, the catches for each wattage were nearly identical. They varied less than 1%. Where wattage was significant at the 1% level, catches for 4- and 6-watt traps, respectively, were 27% and 39% as great as the 15-watt traps.

However, in corn where there was significance at the 1% level for eighteen species, catches in 4- and 6-watt traps were 46% those of the 15-watt traps. For the six species where wattage was nonsignificant, catches varied greatly between wattages.

The study showed that low wattage fluorescent blacklight lamps were suitable for portable trapping. Their use would seem practical for recording activity of particular species. For example, chrysopids were caught almost exclusively in corn where there was a substantial corn leaf aphid population. In other studies, trapping in the crowns of elm trees with a 6-watt blacklight trap has given very satisfactory catches. Also, a 4-watt trap in the crown of an apple tree successfully caught the codling moth.

The total weight of a unit is important in portability. The units used in 1959 weighed about 60 pounds. A 6-watt trap can be operated nightly for over a week with a battery weighing about 45 pounds. Smaller batteries can operate a trap two or three nights. As a result of the study we are testing units which weigh less than 25 pounds (Fig. 2).

The portable blacklight trap offers considerable promise for obtaining better data in specific habitats. As the low wattage fluorescent blacklight lamps were effective for sampling insect populations, these traps may be used for ecological and life history studies as well as for timing insecticide treatments.

## STATUS OF THE IDEA THAT WEATHER CAN CONTROL INSECT POPULATIONS

M. E. SOLOMON

Agricultural Research Council, Pest Infestation Laboratory, Slough, Bucks, England.

The idea that weather controls populations of insects has always been widely held. Although entomologists generally are aware of the objections that have been raised to this view on theoretical grounds, some find it difficult to reconcile them with the obvious importance of weather as a cause of fluctuations and as a major influence upon abundance. In an attempt to clarify these matters, I shall discuss two questions:—(1) To what extent must one's opinion that weather can control populations, or not, depend on one's definition of natural control? (2) What is the basis of the objection to the view that weather can control populations?

### Consequences of different ideas of natural control

If natural control is taken to mean that the abundance of an insect is observed to fluctuate, or that the numbers of a pest are sometimes reduced to a harmless level, then

certainly weather factors, or any others that cause fluctuations in abundance, can be responsible for "control" in these senses. But usually the term implies more than mere variation in abundance, important though this is both to the ecologist and the economic entomologist. At the least, we may say with Thompson (1956, p. 379): "Natural control . . . refers to the fact that no organism increases indefinitely in number without limit". This leaves open the question whether the failure to increase indefinitely in numbers is the chance result of a continually changing pattern of environmental conditions, or whether density-dependent processes are essentially involved (i. e., the sort of adverse action that operates more severely per individual of the population as a result of raised density, with or without delay in this response to density change).

If it is believed that natural control has no essential element of density-dependent regulation, that it is simply the result of complex environmental forces that depress a population or stimulate its increase irrespective of what the level of abundance may happen to be at the time, then weather factors must be considered entirely competent to exert control, either alone or in conjunction with other non-regulatory factors. This is a viewpoint that no modern writer on the subject (so far as I know) adheres to without reservation. Thus Thompson (1956, p. 401), while holding that generally populations "are not truly regulated but merely vary", also allows that: "In extreme cases, where a chance conjunction of favourable circumstance has led to long continued increase, the induced shortage of requisites or the multiplication of natural enemies drawn in by the mass attraction of the host population, may reduce this population; but such cases are clearly exceptional". Andrewartha & Birch (1954, p. 660) make more allowance for the effects of shortage of resources such as food and nesting sites, but choose not to treat them as density-dependent processes; they adopt a similar attitude towards natural enemies. In this way they minimise the apparent significance of density-dependence. On the other hand, the fullest possible emphasis is given to the rôle of weather and other general environmental factors in natural control. They claim that some populations are not significantly influenced by density-dependent processes, but merely fluctuate in accordance with the weather and its influence on the environment. Birch (1958) has again expounded this point of view with reference to populations of a grasshopper. He maintains that, in these and in some other populations, abundance is limited entirely by the influence of weather on the environment, without the significant intervention of density-dependent processes.

If we adopt the more usual view, that natural control involves regulation by density-dependent processes, then it follows that weather alone cannot control a population. Weather alone could only act in a density-dependent way if the animals influenced the weather in some way. Of course, as many authors have pointed out, weather can act jointly with density-dependent processes in exercising control, e. g. by determining the extent of protective micro-habitats and killing the surplus population that is excluded from them by the competition of other individuals. Correspondingly, in the system and terminology of Nicholson (1954, fig. 1), density regulation is jointly exercised by these two types of factors, which he calls density governing (density-dependent) and density legislative. The latter include factors like weather, not themselves influenced by population density.

Chitty (1960) maintains, with some reference to insects, that weather factors themselves act in a density-dependent manner. Briefly, the idea is that constitutional deterioration occurs as a result of high density, persists for some generations, and renders the population less viable in the face of any given set of weather conditions, and in the

face of other factors such as pathogens. Hence the effect of weather depends partly upon the recent density of the population. How does this hypothesis differ from the ideas of Smith (1935), Nicholson and others on the way in which weather factors and density effects jointly exercise natural control? In Nicholson's system, density effects are classified as density governing (density-dependent), the weather factors as legislative, the two acting jointly to impose natural regulation (natural control). Chitty holds that since the effects of weather can never be independent of the properties of the organisms, which are unlikely to be the same at all population densities, the action of weather factors is likely to be dependent on density. Personally, whatever practical difficulties may hinder the separation of density effects from those of weather in field studies, I consider the distinction on a theoretical level is justifiable and useful. But Chitty prefers to say that weather factors themselves act density-dependently. From this it is a short step to the claim (although Chitty does not make it) that weather can exercise natural control.

A more familiar basis for the statement that weather exercises natural control is that adopted by DeBach (1958, p. 476). He writes that "if intensity of unfavourable weather reduces the number of shelters and hence the number of insects surviving, weather acts in the manner of a density-dependent factor in that the higher the insect population becomes during favourable periods, the greater, percentagewise, will be the reduction during unfavourable periods. To sum up, weather may regulate insect populations by being of sufficient severity to restrict the size, quality and/or numbers of inhabitable spots in a given area". In a later passage, he mentions certain insects apparently being "regulated at low densities by weather interacting with microhabitats". These statements omit mention of an essential third element, namely competition for the shelters, or dispersal from them as a result of crowding. This density-related element is an essential component of a realistic picture of the natural control of such insects. For if the population played an entirely passive rôle in the process, the weather would kill a proportion depending on the number and size of shelters available, and not on the general population density. Such action could not maintain natural control. It is clear from other passages that DeBach is well aware of this; he agrees (p. 475) that the objections to the idea of regulation by weather are correct "in the most technical sense", as opposed to a "general, more practical sense". But since "the most technical sense" seems to mean that in which clear definitions are implied, I suggest that any other sense will have to be avoided if confusion is to be overcome.

### Objection to the hypothesis of non-regulation

The state of a population simply varying in abundance according to changes in weather and other general factors, with no significant density-dependent regulation, may be called non-regulation. Andrewartha & Birch (1954) and Birch (1958) suggest that some populations remain in such a state and that their natural control can be accounted for without invoking density-dependence. Thompson (1956, p. 401) seems to hold a similar belief about populations in general, with the proviso already noted.

Consider an imaginary population free from density-dependent influences, and endowed with the high power of increase common to most species of insects. For a simplified analogy with natural diversity, consider the environment to be subdivisible into patches, each spatially uniform, but subject to the annual climatic cycle. On a patch where conditions are on the whole favourable, the animals will show an overall trend of increase. From a patch where conditions are on the whole unfavourable, the animals will die out or move to the favourable patches. One can imagine that a minute proportion of a large number of patches might happen to provide conditions in which, over a



P. W. SMITH, W. C. ZARNSTORFF and J. T. MEDLER:  
Insect Detection with Portable Blacklight Traps



Figure 1. 4-, 6-, and 15-watt blacklight traps, with battery and transistor power supply used in 1959 experiments.

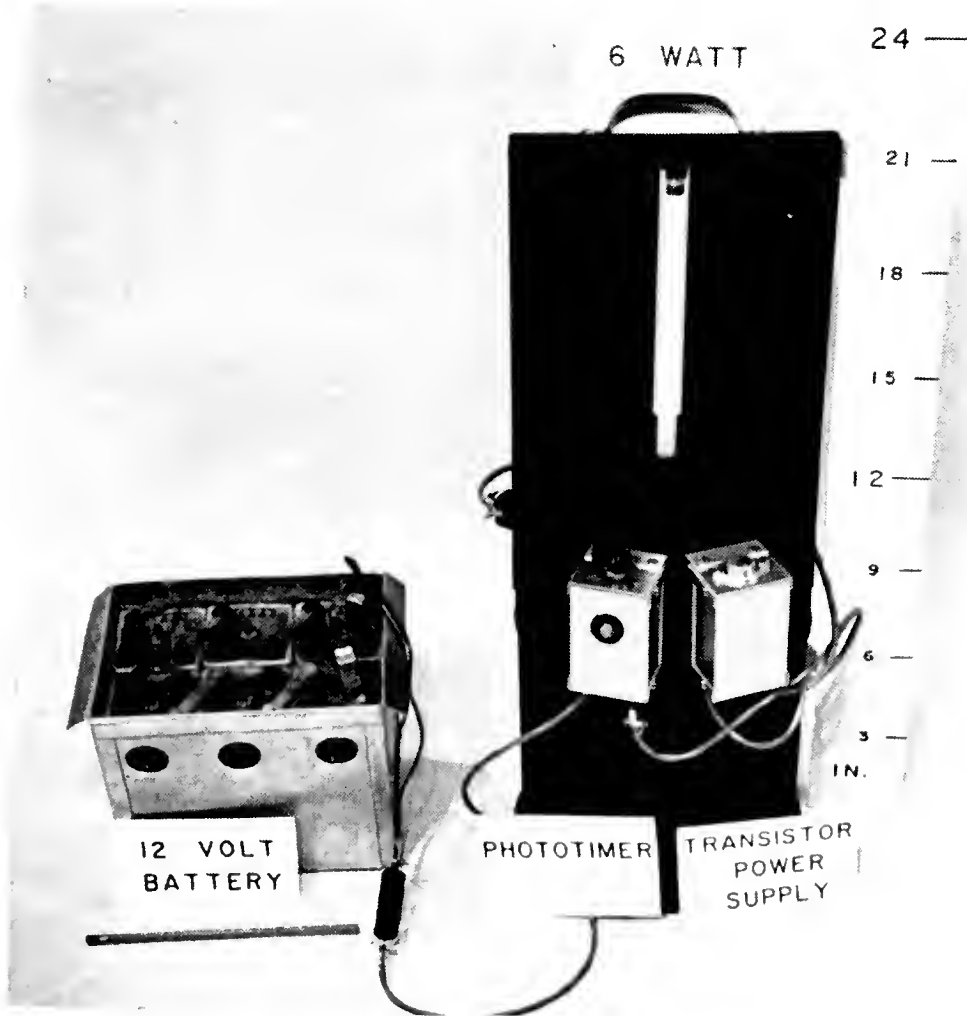


Figure 2. A portable 6-watt blacklight trap showing phototimer and transistor power supply components. The trap and battery together weigh 25 lbs.

NIKOLA TANASIJEVIĆ:  
*Plagionotus floralis* Pall. an Unknown Pest of  
 Lucerne in Yugoslavia



Fig. 1. *Plagionotus floralis* Pall., Damaged root of lucerne.

Fig. 2. *Plagionotus floralis* Pall., Pupa.

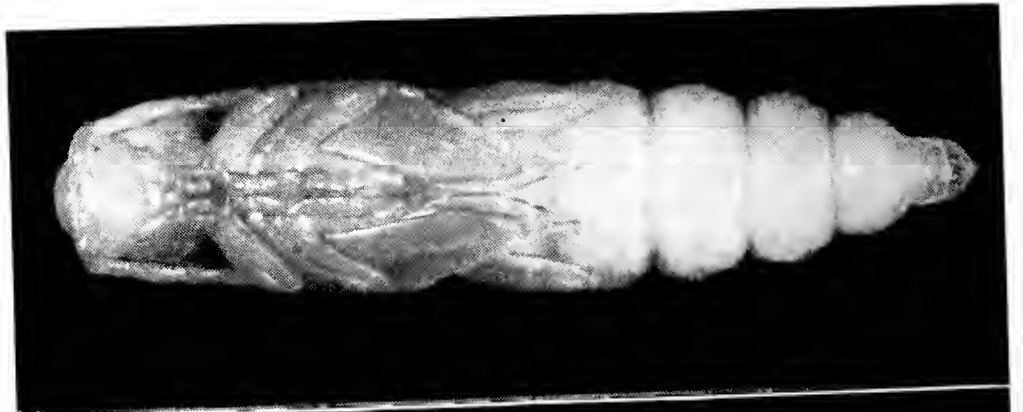


Fig. 3. *Plagionotus floralis* Pall., Imago.

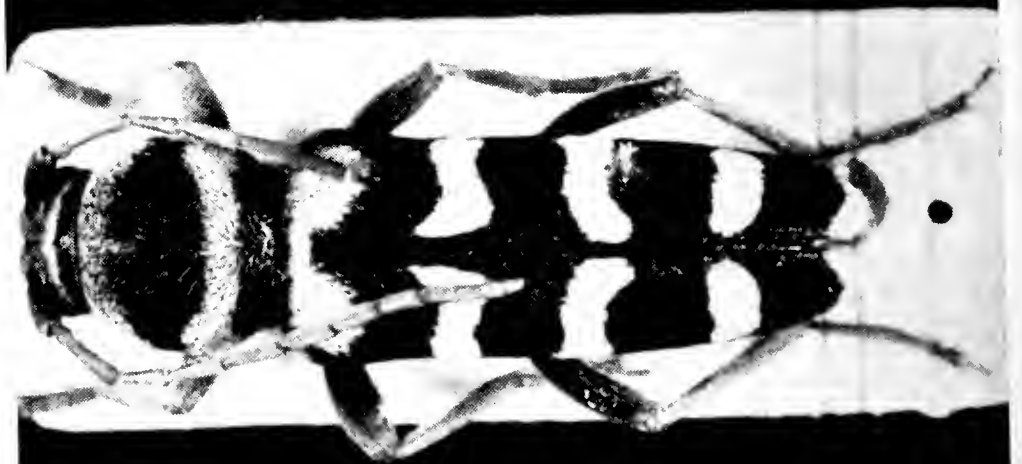


Fig. 4. *Plagionotus floralis* Pall., Mature larva.



number of generations, the successive net increases and decreases would balance, so that abundance fluctuated about a constant level. These conditions, or their mean over a period, would have to be matched very closely with the properties of the species concerned. Although such a state of affairs may be postulated in theoretical models like that of Schwerdtfeger (1958), it is scarcely conceivable that these precisely intermediate conditions would be widespread in the actual environment of any real population. Nor does the heterogeneity of natural environments, in space and time, offer an explanation of the stability of populations, relative to their great powers of increase. Why should the overall resultant of environmental variations, however multifarious, add up over long periods to just the value required for approximate long-term stability of numbers, if none of them are geared to population size in a regulatory manner? Such a thing might be an expected result of natural selection, but only if each species were confined to environments of a particular degree of favourability, precisely matching its specific qualities; this is manifestly not what happens.

If there is a hidden fallacy in this seemingly axiomatic proposition, I have not been able to find it, nor, so far as I know, has anyone who read my earlier statement of these views (Solomon, 1957, p. 138). A more extended and systematic criticism of the various claims that have been made regarding the possibility of natural control without regulation has been published by Nicholson (1958a). The conclusion seems inevitable to me, as to many others, that density-dependent regulation must occur in all populations that persist for any considerable number of generations. And since weather factors are generally not themselves responsive to population density, they cannot exercise such regulation alone, but only in conjunction with density-dependent processes.

### A proposal for investigation

The rejection of non-regulation, as an extremely improbable condition for any insect population to continue in for very many generations in succession, does not force us to the opposite extreme. We are not compelled to conclude that populations are continuously being regulated at all times. On theoretical grounds we should suspect, as Huffaker (1958, p. 632) insists, that slight competition occurs even at very low densities. I do not wish to dispute this. But here I am concerned with effects that we may reasonably hope to detect in practice and that would be of some significance to an economic entomologist if he knew of their occurrence in a pest population. On this level, it seems to me probable that population regulation is often not only loose and variable, but also intermittent, and that the dynamics of populations in nature is often a more untidy and haphazard set of processes than Nicholson seems to allow. Some populations give at least a superficial semblance of unregulated variation over appreciable periods. But how are we to distinguish, in practice, between free fluctuation and fluctuation with a significant element of regulation? One answer is that the existence of regulation, its continuity or otherwise, and the resilience of the process, should all be demonstrable by means of field experiments in which certain populations are artificially increased or reduced (cf. Nicholson, 1958b, p. 326; Hairston, 1958, p. 327). A highly regulated population should soon return to its original density (or, if substantial environmental changes are occurring, to the density level of a comparable but untouched population). An unregulated population should retain the effects of an imposed alteration in density for a long time afterwards. Such experiments, carried out on a sufficiently representative variety of populations, should ultimately provide the required factual knowledge about the relative importance of regulation and unregulated fluctuation in various circumstances. Does it seem unrealistic to hope for considerable advances in this direction within, say, the next decade?

## REFERENCES

- ANDREWARTHA, H. G. & BIRCH, L. C. 1954: The distribution and abundance of animals. Univ. of Chicago Press, Chicago, Ill. — BIRCH, L. C. 1958: Cold Spring Harbor Symposia Quant. Biol. 22, 203—218. — CHITTY, D. 1960: Canad. J. Zool. 38, 99—113. — DEBACH, P. 1958: J. Econ. Entom. 51, 474—484. — HAIRSTON, N. G. 1958: In REYNOLDS, T. B. 1958: Cold Spring Harbor Symposia Quant. Biol. 22, 313—327. — HUFFAKER, C. B. 1958: Proc. X Int. Congr. Entom. 2, 625—636. — NICHOLSON, A. J. 1954: Australian J. Zool. 2 (1), 9—65. — NICHOLSON, A. J. 1958a: Ann. Rev. Entom. 3, 107—136. — NICHOLSON, A. J. 1958b: In REYNOLDS, T. B. 1958: Cold Spring Harbor Symposia Quant. Biol. 22, 313—327. — SCHWERDTFEGER, F. 1958: Proc. X. Int. Congr. Entom. 4, 115—122. — SMITH, H. S. 1935: J. Econ. Entom. 28, 873—898. — SOLOMON, M. E. 1957: Ann. Rev. Entom. 2, 121—142. — THOMPSON, W. R. 1956: Ann. Rev. Entom. 1, 379—402.

**PLAGIONOTUS FLORALIS PALL.  
AN UNKNOWN PEST OF LUCERNE IN YUGOSLAVIA**

NIKOLA TANASIJEVIĆ

(See plate VII)

For the first time in the course of 1954 we discovered *Plagionotus floralis* Pall. (Coleoptera: Cerambycidae) which damaged the root of lucerne in central Serbia (Stalac). Later on we observed similar damage on root of lucerne in other places in Serbia and Macedonia (Aleksinac, Bačka Topola, Beograd, Despotovac, Gostivar, Prilep, Svetozarevo, Subotica, Zemun, Zrenjanin).

Judging by the number of samples found, the pest seems to be more prevalent in some dry places in Voivodina and Macedonia rather than in Serbia proper. In addition to this greater damages were observed in lucerne fields only which were more than 4—5 years old. We found however larvae on some younger plants, but there was no damage. The young larva bores in the root of the young plants, but it can't finish it's development there and dies. (The mature larva of *Plagionotus floralis* is up to 20 mm in length). That is one of the reasons its population is so numerous just in the old plants. The greatest prevalence of the pest was found in lucerne field over 10 years old. (Aradac, Voivodina).

Some information has been found about the species mentioned in literature. Baranyovits (1), Tschorbadjiev (4) and Ponomarenko (3) found this insect as a pest in lucerne fields in Hungary, Bulgaria and Soviet Union.

According to available data the occurrence of imago was most frequently observed from the end of May to the beginning of August, in the period of 1955—1960 in Serbia.

As soon as the imago appears from the ground it may be found on the flower of the lucerne. After that it passes on to the neighbouring plants. It is most commonly found on the flower of *Achillea millefolium* and *Anthemis arvensis* in Serbia. In the parts of Yugoslavia where lucerne is not grown, adults were observed on the flower of *Helichrysum italicum*, Novak (3), but it is not known where the larva lives. There is no information on that matter in other countries either.

The female most frequently lays eggs in crevices of the root neck of lucerne and rarely in the ground round the root of lucerne. A female lays a maximum of 43 eggs in the period of 11 days. We believe that it depends very much on the humidity. In all



cases when the humidity during the oviposition was high (80% and more), the number of eggs laid was low, but when the humidity is at about 50—60%, the number of eggs are most numerous. It seems that distribution of this species as a pest is just in the steppe region in southern Soviet Union, Bulgaria, Hungary and Yugoslavia. In this region in the period of late spring end early summer the humidity is much lower than in other parts of Europe, especially in the North and the Middle of Europe where the population of *Plagionotus floralis* cannot be high.

The hatched larva bores into the last years stems or directly into the root neck, usually in the damaged parts. During the first instar larva bores a tunnel at the base of the stem or in the root neck but the damage is not great. (Length of the tunnel which the young larva makes is not more than 2—3 cm and the width is up to 0.2 cm). After the first molting the larva usually penetrates into the root and bores a tunnel through the root. The main damage to the plant takes place then, since the holes in the roots are big. (Sometimes more than 20 cm in length and 1.5 cm in width). The tunnels of the larva have no outlets so that excreta of the larva as well as the remains of the root not eaten stay inside. With the fall of temperature in laboratory experiments to 12—14° C the larva ceases to eat and begin to make a chamber.

We observed in the laboratory the larva development at the temperature of 16° C and 19° C with the humidity of 75%. At the temperature of 16° C (max. 22, min. 4) the larva development lasted from 302—342 days and at the temperature of 19° C (max. 24, min. 10) it lasted 281—309 days. In all cases when the humidity was above 80% the mortality was very high.

The pupa development lasted from 13 to 30 days, and this again for 13 days at the temperature of 27° C (max. 28, min. 26), for 22 days at the temperature of 19° C (max. 26, min. 17), for 30 days at the temperature of 14° C (max. 15, min. 10).

We observed a parasite of the larva. It is *Bracon lautus* Scepligeti (Determined by M. Fischer from Vienna). The occurrence of the parasite was most numerous in 1955 and 1956 in Voivodina.

#### LITERATURE CITED

- (1) BARANYOVITS, F.: Ein für Ungarn neuer Luzerneschädling (*Clytus 'Plagionotus' floralis* Pall), Növényegészségügyi Evkönyv Yerb. off phytosanit. Serv. 2—4, 386—389, 1944 Budapest (Cit. R. a. E. 36, 63). — (2) NOVAK, P.: Kornjaši jadranskog primorja 1952, Zagreb. — (3) PONOMARENKO, D.: Simple Pest Control Measures on Seed alfa alfa, Proc. Lenin. Acad. agric. USSR, 5—6, 20—23, 1944 Moscow (In Russian) (Cit. R. a. E. 33, 305). — (4) TSCHORBADJIEV, P.: Bemerkungen über einige schädliche Insekten auf den Kulturpflanzen in Bulgarien während der Jahre 1928—1929, Mitt. Bulg. Ent. Ges. V, 63—106, 1930.

## NUEVAS OBSERVACIONES SOBRE *ALABAMA ARGILLACEA* (Hbn.), *LEPIDOPTERA NOCTUIDAE*, EN VENEZUELA

WACLAW SZUMKOWSKI, F. R. E. S.

Centro de Investigaciones Agronomicas — Maracay — Venezuela

### I. SOBRE LA MIGRACION

*Alabama argillacea*, con su migración en extensión continental y la exclusiva alimentación de las larvas, ha atraído la atención de los entomólogos. El Dr. G. N. Volcott subraya el título "Los misterios de *Alabama*" en una de sus múltiples publicaciones.

En vista de la mencionada atención, parece ser interesante presentar algunos datos sobre este insecto, observados en el norte de Venezuela en el curso de la última década y que pueden ser útiles para una coordinada investigación por entomólogos interesados en este problema.

### 1. Vuelos de noche

La migración de *Alabama* es controlada bajo luz artificial que atrae las mariposas en la noche. Las observaciones son con preferencia realizadas en los pasos de menor altura en la cadena montañosa del Norte; como ejemplo citamos la carretera de Rancho Grande que tiene alrededor de 1000 metros de altura situada al noroeste de Maracay. También se realizan observaciones esporádicas en los Valles Andinos de La Puerta y del Río Chama, Estado Mérida; en la zona subandina de los Estados Portuguesa y Barinas, y en otros lugares del país.

Los primeros adultos de *Alabama* son observados en los últimos días del mes de marzo: son poco numerosos y varios presentan aspecto cansado. En los meses siguientes aumentan en número presentando vuelos muy fuertes en los meses de mayo y junio, decreciendo su número en julio y siendo raros en agosto. Se multiplican desde el mes de octubre, son abundantes en noviembre y menos numerosos en diciembre, desapareciendo prácticamente en la segunda quincena de enero. En los Valles Andinos de La Puerta y El Chama (alt. 1700 mts.) fueron observados por el suscrito en la segunda quincena de febrero de 1953, y en 1958, el Sr. René Lichy (miembro del Depto. de Entomología de la Facultad de Agronomía en Maracay) encontró adultos de *Alabama* en La Mucuy, cerca de Mérida (alt. 2500 mts).

### 2. Sobre los Huevos y Larvas en Plantas Hospederas

Los primeros huevos y larvas de *Alabama* se encontraron sobre *Cienfuegosia affinis* (H.B.K.) Hochr. en la zona subandina de los Estados Portuguesa y Barinas en los últimos días del mes de marzo y primeros de abril. La primera infestación es reducida en su intensidad y aumenta en los meses siguientes, formando fuertes poblaciones que empiezan a infestar las siembras de algodón.

En el año 1951 en Tocarón, Edo. Aragua, hemos observado en enero y febrero, huevos, larvas y pupas en los restos de algodón no destruido (socas de algodón), y en la primera quincena de marzo, adultos a la luz en Maracay, probablemente relacionados con la mencionada retardada infestación y que con facilidad podrían sobrevivir hasta el mes de abril. Aquí subrayamos que en febrero de 1951 se sucedieron lluvias que mantuvieron verdes las socas de algodón.

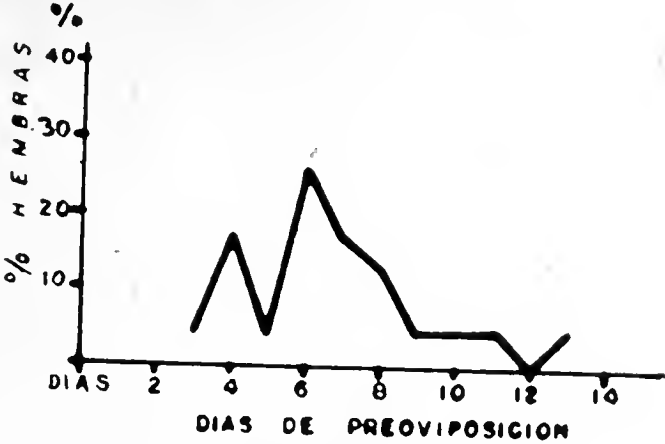
En el año 1958 el día 3 de abril en el Estado Portuguesa sobre una retardada siembra de algodón de regadío, hemos encontrado larvas y pupas de *Alabama* que corresponden a los huevos depositados en la primera década de marzo.

El día 2 de marzo de 1960 encontramos 3 larvas de *Alabama* del IV y V instars sobre las socas de algodón de apariencia nueva en El Cenizo, Edo. Trujillo. De estas larvas nacieron adultos en el laboratorio los días 12, 13 y 15 respectivamente del mismo mes.

El día 26 de marzo encontramos larvas de *Alabama* del II y III instares sobre abundantes arbustos de resocas nuevas de algodón, creciendo al lado de la carretera Agua Viva-Valera, Edo. Trujillo a una distancia cerca de 30 klms. de El Cenizo. Estas larvas corresponden a la fecha de oviposición del 18 al 20 del mismo mes, coincidiendo con el período de oviposición de la generación encontrada anteriormente en El Cenizo. La cantidad de larvas fué muy abundante, y el día 3 de abril observamos daños visibles en el follaje. De tal manera, que la continuación de generaciones sucesivas de *Alabama* en Venezuela es comprobada en forma definitiva.



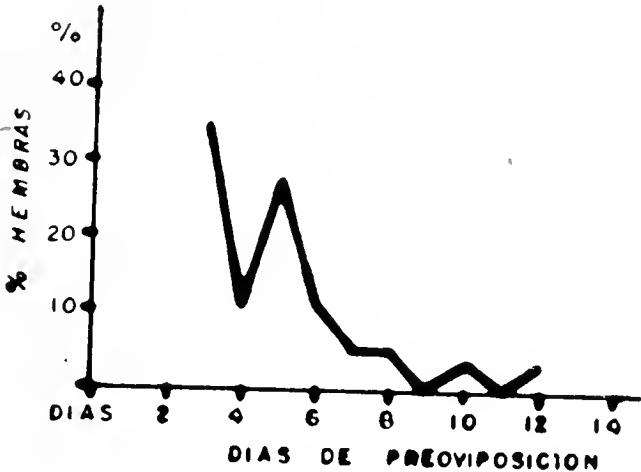
GRAFICA Nº 1



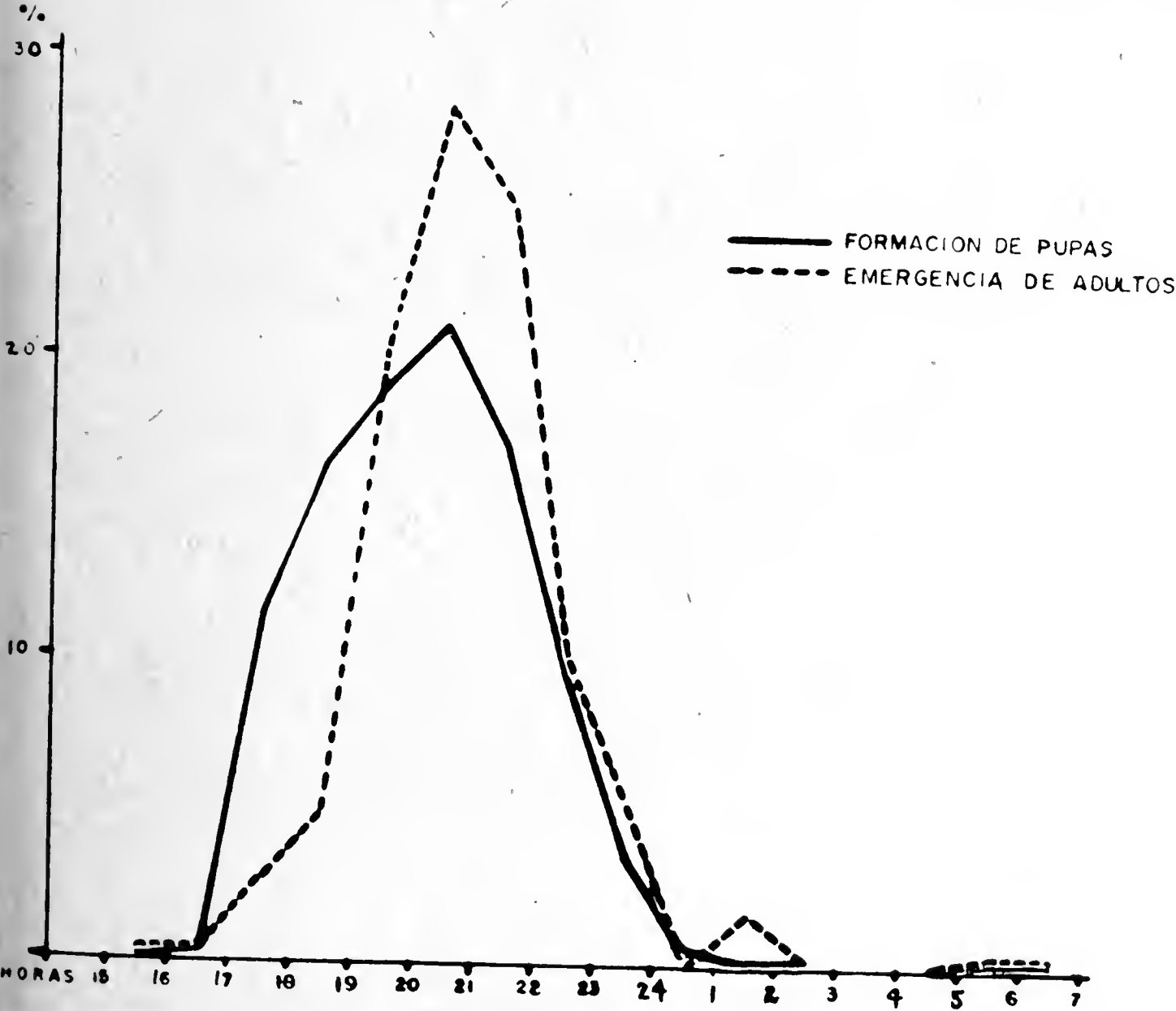
GRAFICA Nº 2



GRAFICA Nº 3



GRAFICA Nº 4



GRAFICA Nº 5

Simultáneamente se hicieron observaciones sobre vuelos nocturnos de *Alabama* a la luz en la región andina, encontrando el día 29 de marzo, 2 adultos de aspecto cansado y de cuerpo delgado en Mérida y uno del mismo aspecto el día 2, y tres de aspecto fresco y cuerpo normal con reservas de grasa el 4 de abril en Trujillo.

Al mismo tiempo, durante las observaciones a la luz a lo largo de la Carretera Panamericana hasta San Cristóbal no encontramos adultos de *Alabama* ni vuelos de otras mariposas nocturnas. Tampoco en Barinas se observaron vuelos nocturnos. A lo largo de la Carretera Pedraza — Barinas encontramos pocas larvas, correspondientes a la oviposición de la última semana del mes de marzo y larvas cerca de Barinas y Ospino, correspondientes a huevos puestos en la primera semana de abril.

Volviendo a los adultos de *Alabama* observados en 1953 y 1958 en la región andina en la segunda quincena del mes de febrero, debemos constatar que estas mariposas pueden con facilidad, por sus reservas de grasa y probable presencia de alimentos en forma de frutas silvestres, sobrevivir en las selvas húmedas y quebradas de la región andina hasta la segunda quincena del mes de marzo.

En el laboratorio hemos notado hasta 45 días de longevidad de *Alabama* y observado la prolongación de vida en los meses fríos del año. Estas observaciones permiten sugerir que la región andina presenta un ambiente favorable para los adultos, pudiendo sobrevivir la estación seca del año y empezar con las primeras lluvias sus vuelos, llegando hasta la vecina región subandina, donde en varios años hemos encontrado los primeros brotes de infestación en *Cienfuegosia affinis*. Como ejemplo citamos la región Pedraza — Barinas situada frente a un paso utilizado por los campesinos para su rápida comunicación con Mérida.

El día 29 de marzo en Mérida y en los días 2 y 4 de abril en Trujillo, hemos observado fuertes movimientos de muchas especies de lepidópteros, incluyendo especies observadas en Rancho Grande.

## II. SOBRE LOS FENOMENOS FISIOLOGICOS DE LAS HEMBRAS EN LAS EPOCAS DE MIGRACIONES

Las hembras recogidas a la luz en Rancho Grande no son fecundadas, con huevos poco desarrollados y después de haber sido confinadas con machos en "jaulas de fecundación", presentan un más largo período de preoviposición.

De 136 hembras recogidas en el mes de noviembre de 1952 y colocadas sin machos en frascos de oviposición, 98 murieron en el lapso de 2 hasta 38 días con un período de 13 días de promedio sin poner huevos, 36 hembras pusieron huevos no fecundados después de 4 hasta 33 días con promedio de 14 días de preoviposición y sólo una hembra después de 2 días de preoviposición depositó 2 huevos fecundados, y otra hembra recogida el 27 de junio de 1953 puso 89 huevos fecundados después de 5 días de preoviposición. Sin embargo, debemos subrayar que estas hembras fueron recogidas en una veranda del edificio del Instituto Biológico de Rancho Grande, donde pudieron haber quedado otro día más y tener contacto con machos.

En otro ensayo de 21 hembras recogidas el día 22 de diciembre de 1951 y reunidas con machos en jaulas de fecundación, 18 hembras murieron después de 5 hasta 26 con el promedio de 10 días sin poner huevos y sólo 3 pusieron después de 7—9—18 días de preoviposición. (Ver gráfica No. 1).

De otras 28 hembras recogidas en Rancho Grande en el período abril—julio de 1949, 5 murieron después de 5 hasta 17 con el promedio de 15 días sin poner huevos y 23 hembras pusieron después del período de preoviposición presentado en la Tabla No. 1 y Gráfica No. 2.



Tabla No. 1

Días de preoviposición . .	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
No. de hembras . . . . .	—	—	1	4	1	6	4	3	1	1	1	—	1
% de hembras . . . . .	—	—	4,5	17.	4,5	26.	17.	13.	4,5	4,5	4,5	—	4,5

El elevado número de hembras muertas sin llegar a la oviposición está relacionado con el prolongado período de preoviposición observado en ambos grupos de hembras recogidas en Rancho Grande.

Las hembras recogidas a la luz presentan abundantes reservas de grasa. Sin embargo, una parte de las hembras observadas en los últimos días de marzo y primeros días de abril, presentaron aspecto cansado y cuerpos delgados sin reserva de grasa. Sugerimos la explicación que fueron las que sobrevivieron la época seca en la región de los Andes, diferenciándose de las hembras frescas y cuerpo normal criadas en forma de generaciones continuas. También debemos tener en cuenta que con el desarrollo de huevos bajan las reservas de grasa, así que su contenido puede variar en distintas hembras.

Las hembras recibidas del material coleccionado en el campo y también criadas en el laboratorio, empezaron más temprano su oviposición. Sin embargo, en cada uno de los grupos estudiados, observamos hembras con la oviposición más o menos retardada. Este retardo es más frecuente y prolongado en épocas de las más intensas migraciones observada a la luz. Por ejemplo, en el caso de 19 hembra nacidas de larvas recogidas en el mes de junio en El Pao, (Edo. Cojedes), 16 pusieron huevos después de un período de preoviposición demostrado en las siguientes tabla y gráfica. (Ver Tabla No. 2 y Gráfica No. 3.)

Tabla No. 2

Días de preoviposición . .	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
No. de hembras . . . . .	2	8	2	2	—	—	—	1	—	—	1
% de hembras . . . . .	12,5	50.	12,5	12,5	—	—	—	6,5	—	—	6,5

En otro caso, 38 hembras nacidas de larvas recogidas en los meses de septiembre y octubre de 1949 en Tocarón, (Edo. Aragua), pusieron huevos después de un período de preoviposición demostrado en las siguientes Tabla y Gráfica. (Ver Tabla No. 3 y Gráfica No. 4.)

Tabla No. 3

Días de preoviposición . .	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
No. de hembras . . . . .	—	—	13	5	10	4	2	2	—	1	—	1
% de hembras . . . . .	—	—	35	11	27	11	5	5	—	3	—	3

Existe una correlación entre el prolongado período de preoviposición y la migración observada en las hembras recogidas en Rancho Grande. El mismo fenómeno repitiéndose en las hembras nacidas en varias épocas del año, permiten sugerir que existe una continua migración de *Alabama*, que es más o menos numerosa y se extiende sobre más o menos largas distancias, siguiendo las diferencias en el período de preoviposición.

Es cierto que estas diferencias dependen de la temperatura y otros factores ambientales. Sin embargo, aparecen en los lotes de las hembras criadas en el laboratorio en similares condiciones ambientales; de tal modo, que los cambios en el período de preoviposición son también resultado de factores individuales. No eliminamos la posibilidad que pueden ser hereditarios y que regulan el mecanismo de la migración.

Las observaciones demuestran: que con las primeras lluvias finalizando la estación seca empiezan los vuelos de *Alabama*, que se retira de los campos siguiendo la estación seca, que los brotes de infestación de carácter continuo fueron encontrados en los sitios más húmedos y que los movimientos anuales siguen a los cambios de estas estaciones.

Esto permite la sugerencia de que la humedad podría ser el factor principal que inicia los movimientos estacionales de *Alabama* en la región tropical.

La abundancia de *Cienfuegosia affinis* y el temprano desarrollo de fuertes poblaciones de *Alabama* sobre esta malvácea, permiten sugerir que Venezuela presenta un importante eslabón en la cadena de extensión de *Alabama* en dirección norte del Continente.

Para finalizar, teniendo en cuenta las descritas observaciones, quiero plantear la siguiente pregunta: Si es correcta en su sentido clásico la definición "Migración" en el caso de *Alabama* y si nó sería más correcto hablar de *Alabama* como insecto nomádico más bien que migratorio?

### III. PLANTAS HOSPEDERAS

Las larvas de *Alabama* son muy discriminantes en seleccionar su alimentación, no siendo el algodón su única planta hospedera.

En el curso de los ensayos realizados con varias malváceas, hemos obtenido desarrollo de larvas hasta el tercer instar sobre *Malachra alceifolia* JACQ. y hasta primer y segundo instares sobre *Malvaviscus* sp., pero todos murieron sin cumplir su ciclo de desarrollo.

En el año 1948, los Drs. F. Fernández Yépez y A. Salas F., descubrieron larvas de *Alabama* en todos los instares sobre *Hibiscus sulphureus* H.B.K. — Posteriormente hemos comprobado el desarrollo normal de *Alabama* sobre esta malvácea, sin observarse ninguna diferencia en comparación con el algodón.

Teniendo en cuenta la gran extensión de esta malvácea sobre el Continente Americano, se permite asumir que fué huésped principal de *Alabama* antes de la extensión del cultivo del algodón.

Es conocido el desarrollo de *Alabama* sobre *Cienfuegosia heterophylla* GARCKE descrita por el autor en 1953. También es conocido el desarrollo de *Alabama* sobre *Thespesia populnea* (L) SOLAND, descrita por Harland en 1930, pero hemos constatado que las larvas pequeñas pueden fomentarse solamente sobre hojas jóvenes tiernas y sólo las larvas de avanzados instares comen las hojas endurecidas.

En el año 1954 hemos encontrado una larva sobre *Thespesia* en un jardín en Maracay y tres larvas sobre esta malvácea creciendo al lado de una siembra de algodón en cercanías de esta ciudad.

Los ensayos con varias especies del género *Hibiscus* terminaron con resultados negativos, con la sola excepción de *Hibiscus sulphureus*, que desde 1902 ha sido transferido a otro género con el nombre de *Cienfuegosia affinis*.

El botánico sistemático K. Schuman coloca el género *Cienfuegosia* CAV. en el grupo "B" de Tribu Hibiscae, representado por los géneros *Thespesia* CORR., *Cienfuegosia* CAV., *Gossypium* L. e *Ingenhousia* MOÇ. et SESS. (*Thurberia* A. GR., BENTH et HOOK.).

En el grupo "A" quedan los géneros *Senra* CAR., *Lagunaria* G. DON., *Hibiscus* L., *Abelmoschus* MEDIK., *Kostaletzkyia* PRSL., *Dicellostyles* BTH. y *Julostyles* THW.

Es de sumo interés subrayar que *Alabama*, insecto sumamente específico en seleccionar sus plantas hospederas se desarrolla normalmente y en condiciones naturales sobre *Cienfuegosia affinis*, *Cienfuegosia heterophylla* y *Thespesia populnea* de los géneros que el mencionado orden sistemático coloca al lado de *Gossypium*, justificando la clasificación.

Entonces un insecto que es limitado en escoger sus plantas de alimentación puede ser guía para un botánico sistemático.

#### IV. SOBRE EL CICLO DE DESARROLLO

Las funciones vitales de *Alabama* o sean sus vuelos, fecundación y oviposición y también las principales etapas del ciclo de desarrollo, pupación y emergencia de adultos se cumplen estrictamente en horas nocturnas. *Alabama* es en este sentido un típico noctúido, dando razón para el nombre de esta familia de lepidópteros.

Como ejemplo presentamos la gráfica, demostrando horario de formación de 470 pupas y emergencia de 223 adultos.

#### BIBLIOGRAFIA

WOLCOTT, G. N.: The mystery of *Alabama argillacea*. Amer. Nat. 63: 82—87. 1929. — Fernández YÉPEZ, F. y SALAS, Luis.: Nota sobre el algodoncillo de sabana (*Hibiscus sulphureus* H. B. K.) como planta hospedera del gusano de la hoja del algodón, *Alabama argillacea* (Hübner, 1923). Acta Cien. Cenez. V. III, N. 1: 11—12, 1952. — SZUMKOWSKI, W.: Nota preliminar sobre *Cienfuegosia heterophylla* Garcke, planta hospedera de *Alabama argillacea* (HBN.) y *Anthonomus grandis* Boh. en Venezuela. Agr. Trop. V. III. N. 2 pp. 121 Maracay, 1953. — HARLAND, C. S.: A note on *Alabama argillacea*. Trop. Agric. 7: 281, 1930.

### LEMA MELANOPUS L. AS A PEST ON CEREALS IN YUGOSLAVIA

ŽIVORAD TEOFILOVIĆ

*Lema melanopus* L. represents one of the most frequent pest on oats, barley and wheat, in our country. More strongly attacks oats and barley, and not so much the wheat. Several years backward can be counted also as injuries which *Lema melanopus* L. made on maize. Besides, the *Lema melanopus* L. feeds itself in *Avena fatua*, *Avena sterilis*, *Agropyrum repens*, *Hordeum murinum*, *Alopecurus pratensis*, *Phleum* sp., *Lolium* sp., *Dactilis* sp., *Setaria* sp.

Every year in the Republic of Serbia recures and shows a great injuries from *Lema melanopus* L. on oats and barley, especially on those cereals which are sown in spring, where the damages from 1953 up to-day were moving up to 60% in the yield of grains. Little less are the injuries on the winter cereals, including also the wheat.

It is confirmed that some of the varieties of wheat (italian varieties—Mara, Abbondanza) were strongly attacked then other (as—San Pastore, Leonardo, Produttore).

By many years of our investigations in the Republic of Serbia, the *Lema melanopus* L. has mostly one generation yearly. In some occasions as in the laboratory and also in the fields we noted the apparens of the second generation.

The adults appear in the spring at the middle daily temperature of about 10° C, which usually by us appears at the end of March or at the beginning of April. On above mentioned cereals the female lays eggs on the leaves in the lines and separately, and very often about 2 or 3 eggs in the line, but rarely singular or in the longer lines up to 11 eggs. The eggs are found on both sides of leaves, on face and opposite side, very often they are found in distance from 1 to 2 cm from ligula, but in more cases without any regularity. The most frequent place of laying eggs are the upper leaves of plants.

By some of our experiments the lengthtime of laying eggs by female is on the temperature of 30° C about 19 days, and on the temperature of 16° C is 45 days. The reatest laying of eggs—if it feeds itself on cultural and wild oats, and less laying of eggs if feeds itself from other plants. The laying of one female by constant temperature of 30° C and relative humidity from 90% sometimes moves and lays 725 eggs. By natural conditions the maximum number of the layed eggs is 375 in the period of 52 days.

By the laboratory experiments the embrional development ends from 4 to 6 days at the temperature of 30° C, and from 11 to 13 days at the temperature of 16° C, but the stadium of larva ends from 9 to 10 days at the temperature of 30° C, and 16 days at the temperature of 16° C.

At the end of May and the beginning of June larvae pupated in the soil on the depth of 3 to 5 cm. The time being in the soil from the moment entering it up to the coming out of adult lasts from 14 to 25 days.

At the end of July and the beginning of August as far it is concerned to one generation, or something later if there is a question of population of second generation, the adults go to hibernate. We established that the *Lema melanopus* L. mostly, during hibernation is found in the stalks of harvested cereales in the fields, where they get in singular or in great number.

In the period from 1957 up to now we noted a great number of parasites of larvae in Republic of Serbia of *Lema melanopus* L. which belong to family *Calcididae*, *Braconidae* and *Tachinae*. We noted also the predator of the imago *Lema melanopus* L. which is from *Hemiptera*.

## BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DEN ERFOLGEN AKARIZIDER MASSNAHMEN IM OBSTBAU UND DEM SPÄTEREN BESATZ MIT WINTEREIERN

E. THIEM

Zur Beurteilung akarizider Mittel und Behandlungsmaßnahmen werden im allgemeinen die Veränderungen der Populationsdichte der Schadmilben herangezogen. Da dieses Verfahren einen sehr hohen Arbeitsaufwand erfordert (Unterstenhöfer, 1955) und nicht immer völlig befriedigende Ergebnisse liefert — beispielsweise können Witterungseinflüsse eine günstige Wirkung akarizider Behandlungen vortäuschen (Kuenen, 1946 und Müller, 1960) —, wurde eine Methode eingeführt, bei der eine Bonitierung der Laubfarbe als Maßstab für den Gesundheitszustand bzw. für die Schädigung der Pflanzen diente (Thiem, 1957). Für diese Bonitierung werden die Zahlen von 0 bis 5 verwendet, wobei 0 eine normale grüne Laubfarbe anzeigt, während die Zahlen 1 bis 4 ansteigende Werte von geringen bis zu starken Vergilbungen erkennen lassen und die Bewertung 5 auf ein völlig abgestorbenes, braun verfärbtes Laub bzw. auf vorzeitigen Blattfall hinweist.

Die Erhaltung einer günstigen Laubfarbe bis in den Spätsommer hinein verlangte in den ausgeführten Untersuchungen im allgemeinen akarizide Bekämpfungsmaßnahmen in den Sommermonaten. Vor- und Nachblütespritzungen im Frühjahr ergaben jedoch stets eine bessere Laubfarbe als die unbehandelte Parzelle. Dies galt auch dann, wenn die akarizid-unbehandelten ebenso wie die akarizid-behandelten Obstbäume mit einem DDT-Präparat gespritzt wurden. Derartige DDT-Spritzungen, die terminmäßig den notwendigen Bekämpfungsmaßnahmen gegen die Obstmade entsprechen, sichern in den Versuchen gegen Spinnmilben im Obstbau eine gewisse Befallshöhe und damit bessere Vergleichsmöglichkeiten.

Behandlungsfolgen mit 2 akariziden Spritzungen im Frühjahr — kurz vor und nach der Blüte — und im Sommer — Ende Juni und Mitte Juli — mit einer systemischen



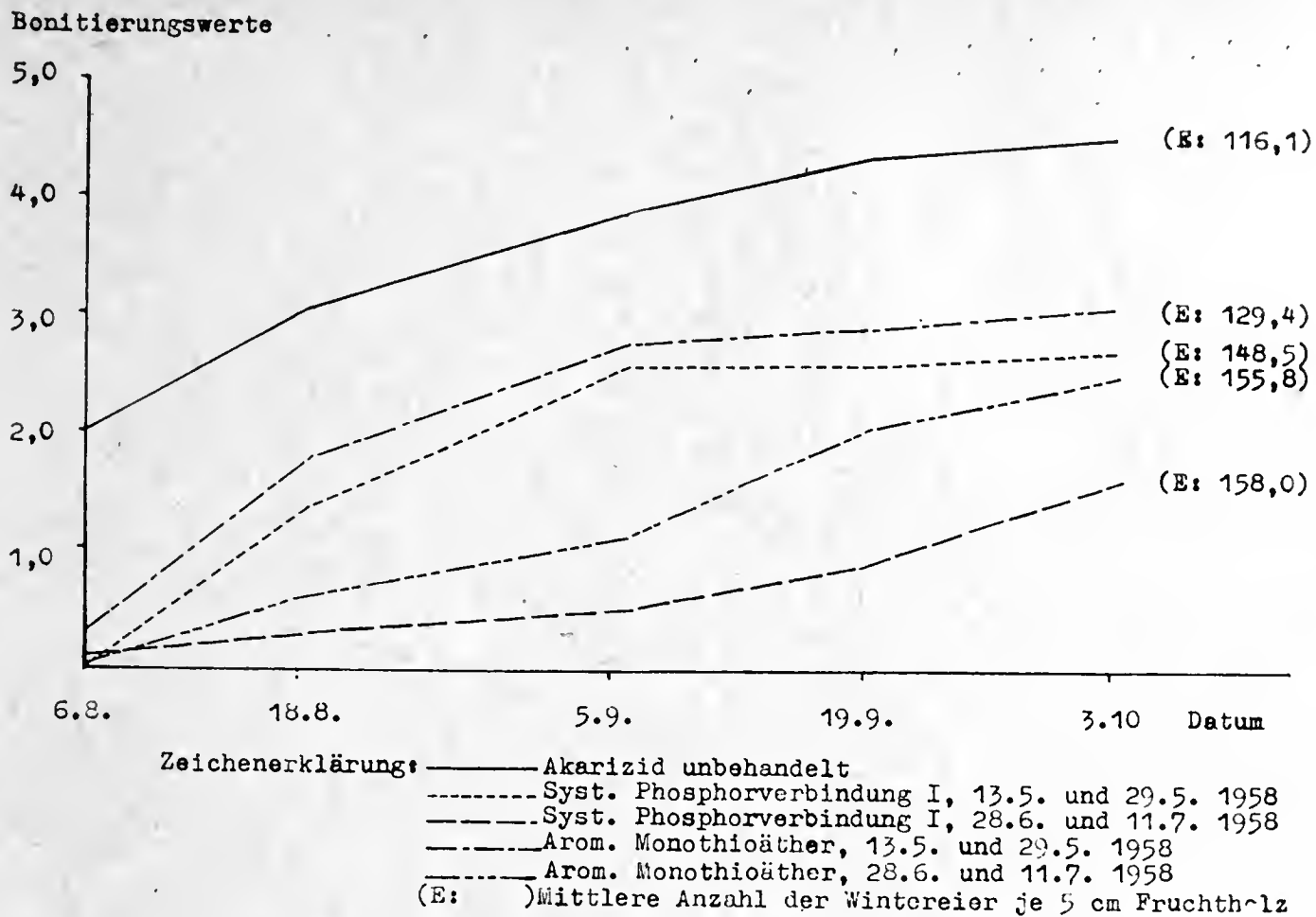


Abb. 1. Der Einfluß akarizider Spritzungen im Frühjahr und Sommer auf die Laubverfärbung (Apfel, Sorte Früher Victoria).

Phosphorverbindung bzw. einem aromatischen Monothioäther konnten im Gegensatz zu den Frühjahrsbehandlungen durch Sommerspritzungen eine fast unveränderte Laubfarbe erhalten (Abb. 1). Dabei war jedoch das systemische Akarizid in beiden Spritzfolgen überlegen.

In diesen Versuchen zeigte sich weiterhin eine Abhängigkeit der von der Obstbauspinnmilbe (*Metatetranychus ulmi* Koch) abgelegten Wintereier vom Zustand des Laubes an der Wende August/September. Die durchschnittliche Anzahl der Wintereier je 5 cm Fruchtholz betrug auf akarizid unbehandelten, jedoch mit einem DDT-Präparat gespritzten Apfelbäumen 116,1. Auf den gleichermaßen DDT-gespritzten und außerdem akarizid behandelten Bäumen wurde während der Winterruhe ein höherer Befall gefunden. So betrug die Zahl der Wintereier auf den im Frühjahr behandelten Apfelbäumen bei Anwendung des aromatischen Monothioäther-Präparates 129,4 und bei termingleicher Anwendung des wirksameren systemischen Präparates 148,5, während nach den 2 Sommerspritzungen mit dem aromatischen Monothioäther 155,8 und mit der systemischen Phosphorverbindung I 158,0 Wintereier festgestellt wurden. Die Anzahl der Wintereier war also umso höher je niedriger der Bonitierungswert der Laubfarbe im Spätsommer lag.

Ein Vergleich des Entwicklungsverlaufes der Spinnmilbenpopulation in den verschiedenen Parzellen läßt eine gewisse Zeit nach erfolgreichen akariziden Behandlungen fast stets ein verstärktes Auftreten der Schadmilben erkennen. Diese nach dem Abklingen der akariziden Wirkung oft zu beobachtende Vermehrung der Spinnmilben im Hochsommer führt dann auch zu einem erhöhten Besatz an Wintereiern. Nach dem Einsatz wirksamer Akarizide konnten aber auch bei mäßigem oder geringem Auftreten der Obstbauspinnmilben im Spätsommer in der Folge hohe Zahlen an Wintereiern gefunden werden. Diese Beobachtungen weisen darauf hin, daß die im Spätsommer und Herbst auf ungeschädigtem Laub lebenden Spinnmilben infolge der bedeutend

Tabelle 1

Der Einfluß verschiedener akarizider Behandlungsfolgen auf die Spinnmilbenpopulation im Hochsommer, auf die Laubverfärbung und die Anzahl der Wintereier.

Mittlere Anzahl beweglicher Stadien und Eier je Blatt und mittlere Anzahl der Wintereier je 5 cm Fruchtholz.

Wirkstoffe		Termine der akariziden Behandlungen	Anzahl der Spinnmilben				Laubverfärbung		Anzahl der Wintereier 1958/59
Akarizide	Insektizide		29. 7. 1958		27. 8. 1958		18. 8. 1958	5. 9. 1958	
			B	E	B	E			
—	—	—	9,3	42,2	31,1	39,0	1,7	2,3	66,8
—	DDT	—	28,6	139,0	44,5	79,3	3,1	3,4	116,1
Aromatischer Monothioäther	DDT	13. 5., 29. 5. und 17. 6. 58	0,4	5,4	61,4	57,0	0,1	2,4	111,0
		29. 5., 17. 6. und 28. 6. 58	2,2	53,6	58,6	59,0	0,4	2,3	122,0
		17. 6., 28. 6. und 11. 7. 58	1,6	60,0	24,0	48,0	0,5	2,2	269,0
		17. 6., 28. 6. und 23. 7. 58	0	4,2	10,6	26,0	0,3	1,1	333,9
Systemischer Phosphorsäure- ester I	DDT	13. 5. und 17. 6. 58	0	0	5,8	8,0	0,4	0,8	446,0
		13. 5., 29. 5. und 17. 6. 58	0	3,0	26,0	44,0	0,2	1,9	461,0
		28. 6. und 11. 7. 58	0,2	2,2	1,0	2,4	0,3	0,5	158,0
		17. 6., 28. 6. und 11. 7. 58	0	5,8	1,0	2,0	0,2	1,2	122,0
			30. 7. 1957		29. 8. 1957		16. 8. 1957	4. 9. 1957	1957/58
Systemischer Phosphorsäure- ester I	DDT	10. 4. 57	76,4	76,0	13,4	23,0	3,0	3,5	49,0
		18. 6. 57	61,0	139,0	58,8	39,6	1,5	3,1	158,0
		18. 6. und 10. 7. 57	8,8	17,8	55,6	18,6	0,6	2,7	233,0
		18. 6., 10. 7. und 23. 7. 57	2,0	7,0	2,6	26,0	0,1	0,1	33,0

Anmerkung: B = Bewegliche Stadien der Spinnmilben.  
E = Eier der Spinnmilben

Tabelle 2

Der Einfluß der Behandlungstermine bei Verwendung systemischer Akarizide auf die Anzahl der Wintereier (Mittelwerte je m Fruchtholz).

Präparat	Behandlungstermine	Laubverfärbung			Anzahl der Wintereier
		3. 8. 59	18. 8. 59	3. 9. 59	
—	—	2,3	2,8	3,0	24,3
Systemischer Phosphorsäure-ester I	27. 5. 59	1,4	1,6	1,7	60,0
	27. 5. und 30. 6. 59	1,3	1,5	1,5	246,5
	27. 5., 30. 6. und 3. 8. 59	1,2	1,3	1,3	0
Systemischer Phosphorsäure-ester II	27. 5. 59	0,6	1,3	1,9	431,0
	27. 5. und 30. 6. 59	0,4	1,1	1,4	458,0
	27. 5., 30. 6. und 3. 8. 59	0,5	0,9	1,4	26,0

günstigeren Lebensbedingungen eine erhöhte Anzahl von Wintereiern hervorbringen können. Über Beziehungen zwischen der Laubfarbe und der Anzahl der Wintereier berichteten bereits Redens-Rüsch (1959) und Thiem (1959).

Die Abhängigkeit der Anzahl der Wintereier von der Laubfarbe im Spätsommer wird in einer Versuchsreihe mit einem aromatischen Monothioäther-Präparat besonders deutlich, bei der je 3 Behandlungen zu verschiedenen Terminen ausgeführt wurden (Tab. 1). Die erste Behandlungsfolge begann mit einer Vorblütespritzung, die zweite mit einer Spritzung kurz nach der Blüte, die dritte und vierte mit Spritzungen im Juni. Die ersten Spritzfolgen konnten eine mäßige Vergilbung an der Wende August/September nicht verhindern. Die gesündeste Laubfärbung zeigte dagegen die Parzelle, in der die akariziden Behandlungen zu den spätesten Terminen ausgeführt wurden. Die Zahl der Wintereier war hier aber 3mal so hoch wie auf den mit der ersten Spritzfolge behandelten Obstbäumen.

Ein Vergleich völlig unbehandelter und der nur DDT-behandelten Apfelbäume weist darauf hin, daß das DDT auch einen Einfluß auf die Ablage der Wintereier ausübt. Hier wurden im Gegensatz zu den eben ausgeführten Schlußfolgerungen sogar auf stark vergilbten Bäumen höhere Zahlen von Wintereiern festgestellt.

Die ungünstigen Auswirkungen akarizider Maßnahmen auf die Populationshöhe der Spinnmilben während der Winterruhe führen zu der Frage, ob dieser nachteilige Einfluß vermieden werden kann. Verschiedene Versuche mit systemischen Wirkstoffen lassen erkennen, daß neben günstigen Bekämpfungserfolgen im Sommer auch eine Verminderung des Bestandes der Wintereier erreicht werden kann. Bekämpfungsversuche, bei denen 2 wie auch 3 Behandlungen in gleicher Weise ausgeführt wurden, hatten jeweils den 17. Juni und den 11. Juli als letzten Behandlungstermin. Unabhängig von der Anzahl der ausgeführten akariziden Maßnahmen wurden nach den im Juli beendeten Behandlungsfolgen im Gegensatz zu den früheren Spritzfolgen etwa  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{4}$  der Wintereier gefunden (Tab. 1). Durch spätere Behandlungstermine konnte die Ablage von Wintereiern mit dem gleichen Präparat in einem noch wirksameren Maße verhindert werden. In Versuchen des Jahres 1957 erreichte eine Spritzfolge, deren letzter Behandlungstermin in der dritten Julidekade lag, nicht nur eine sehr gesunde Laubfarbe, sondern auch einen geringen Bestand an Wintereiern. Die durchschnittliche Anzahl liegt hier sogar noch unter den Werten der Spritzfolge, die nur aus einer einmaligen Behandlung vor der Blüte bestand und eine völlige Vergilbung des Laubes im Spätsommer nicht

verhindern konnte. Im Gegensatz zum Jahre 1958 konnte 1957 eine Behandlungsfolge, deren letzter Spritztermin vor Mitte Juli lag, keine Minderung der Wintereier herbeiführen. Diese unterschiedlichen Beobachtungen weisen darauf hin, daß Behandlungstermine vor Mitte Juli in Abhängigkeit von den wechselnden klimatischen Verhältnissen noch keine sichere Wirkung gegen die Ablage von Wintereiern gewährleisten.

Zur Ergänzung der dargestellten Ergebnisse wurden Spritzfolgen mit 1 bis 3 Behandlungen des Jahres 1959 gegenübergestellt, wobei die erste bzw. die einmalige Behandlung kurz nach der Blüte, Ende Mai, die zweite Behandlung der 2- und 3maligen Spritzfolgen Ende Juni und die dritte Behandlung der 3maligen Spritzfolgen Anfang August ausgeführt wurden. Die hier eingesetzten systematischen Präparate konnten die Wintereier der Spinnmilben durch die Spritzung Anfang August in jedem Fall erheblich vermindern (Tab. 2). Es ist ohne Zweifel, daß die dargestellten Ergebnisse auf die lange Dauerwirkung der systemischen Akarizide zurückgeführt werden müssen.

#### L I T E R A T U R

KUENEN, D. J.: Het Fruitspint en zijn Bestrijding Mededeelingen van den Tuinbouwvoorzichtingsdienst, 1946, Nr. 4. Ref.: Höfchen-Briefe, 1948, 1, 30—31. — MÜLLER, E. W. Beobachtungen über den Einfluß der Witterung im Jahre 1959 auf die Populationsdynamik der Spinnmilben im Obstbau in den Bezirken Halle und Magdeburg. Archiv für den Gartenbau, 1960 (im Druck). — REDENZ-RÜSCH, J.: Untersuchungen über die Schädlings- und Nützlingsfauna einer Obstanlage im Bergischen Land und deren Beeinflussung durch chemische Bekämpfungsmittel. Höfchen-Briefe, 1959, 12, 171—258. — THIEM, E.: Bisherige Erfahrungen in der Prüfung von Akariziden. Tagungsberichte, Nr. 17, Dt. Akad. Landwirtschaftswiss. zu Berlin, 1957, 67—86. — THIEM, E.: Voraussetzungen für erfolgreiche akarizide Bekämpfungsmaßnahmen im Obstbau. Wissenschaftliche Sitzung der Biol. Zentralanstalt Berlin, 16. 12. 1959 (Vortrag). — UNTERSTENHÖFER, G.: Beitrag zur Technik der Durchführung von Versuchen zur Bekämpfung der Obstbaumspinnmilbe *Paratetranychus pilosus*. Höfchen-Briefe, 1955, 8, 232—242.

## GRÜNLAND-INSEKTEN UND IHRE BEZIEHUNGEN ZUM GRASSAMEN- UND GETREIDEBAU IN NORDWESTDEUTSCHLAND

WOLFGANG TISCHLER

Sowohl im weltwirtschaftlichen als auch im europäischen Anbau stehen Kulturgramineen nach ihrer Flächenausdehnung an erster Stelle. In Westdeutschland werden rund 40% der landwirtschaftlichen Nutzfläche von Wiesen und Weiden eingenommen, 35% tragen Getreide und nur 25% andere Feldfrüchte. Grasfressende Insekten finden also heute viel günstigere Ernährungsbedingungen als sie in der ursprünglichen Naturlandschaft in Mitteleuropa geherrscht haben. Zwar gibt es eine ganze Anzahl von Nahrungsspezialisten unter ihnen, die nur an einer oder wenigen Gramineenarten leben, die meisten jedoch stellen nicht so hohe Ansprüche an besondere Ernährung. Sie sind daher leicht in der Lage, vom Dauergrünland her Grassamenbestände und Getreidefelder zu befallen. Ein Vergleich der Fauna von Wiesen und Grasmonokulturen innerhalb des gleichen Klimagebietes läßt sich als Freilandexperiment auswerten. Es ermöglicht Aussagen über die Lebensansprüche der einzelnen Gramineenfresser, über die Bedeutung einer großen Artenzahl im Biotop, welche den biotischen Gegendruck erhöht, über Wechselbeziehungen zwischen Dauergrünland und kurzfristigeren Gramineenflächen sowie über den Einfluß der Anordnung und Nachbarschaft der Kulturen auf ihre tierische Besiedlung.

Im folgenden seien einige typische Insektengruppen an Hand unserer Untersuchungen an Wiesen, ein- bis vierjährigen Kulturen von *Poa pratensis* und Getreidefeldern besprochen.



Unter den Gallmücken überwiegen Nahrungsspezialisten. Die Hessenmücke (*Mayetiola destructor*) kommt in diesem Gebiet außer an den drei Ährengetreidearten noch an Quecke (*Agropyron repens*) vor, wobei Weizen und Roggen bevorzugt werden (Buhl 1957). Ende August findet die Eiablage der zweiten Generation an Ausfallsgetreide und Quecke statt, da das Wintergetreide um diese Zeit noch nicht gesät ist. Das Ausfallsgetreide wird jedoch meist so früh untergepflügt, daß die Larven nicht bis zur Puparienbildung kommen, in denen sie den Winter überstehen können. In Nordwestdeutschland wird die Hessenmücke daher nur zuweilen in landwirtschaftlichen Versuchsgärten schädlich, in denen Jahr für Jahr Getreide unter den verschiedensten Versuchsbedingungen wiederkehrt, so daß unter Umständen ein Anschluß an das Wintergetreide möglich ist; außerdem kann sich hier die Fähigkeit des „Überliegens“ stärker auswirken. Eine verwandte Art, *Mayetiola schoberi*, wurde kürzlich von uns auf Kulturen der Wiesenrispe entdeckt. Bei ihr zeigte sich deutlich, wie mit zunehmendem Bestandesalter der Kultur eine Bevölkerungszunahme der Mücke erfolgt, so daß es bei bestimmten klimatischen Bedingungen zu schweren Schäden kommen kann (Schober 1959). Auch andere Gallmücken wie *Contarinia poae*, *Sitodiplosis cambriensis* und *Dasyneura poae* wurden umso zahlreicher in Wiesenrispenbeständen angetroffen, je älter die Kultur war. Mit diesen Verhältnissen stimmt die Tatsache überein, daß die verwandten Weizengallmücken (*Contarinia tritici* und *Sitodiplosis mosellana*), die außerdem noch Quecke befallen (Klee 1936), sich in Nordwestdeutschland bei zu enger Fruchtfolge so anreichern können, daß ihr Schaden an Weizen wirtschaftlich ins Gewicht fällt (Speyer und Waede 1956).

Bei manchen Kleinfliegen bestehen Wechselbeziehungen zwischen Getreide und Grasland aller Art. Die Herbstgeneration der Fritfliege (*Oscinis frit*) legt nach der Getreideernte mit Vorliebe ihre Eier an Wildgräser. In Nordwestdeutschland kommen hierfür besonders *Lolium perenne*, *Festuca pratensis* und *Poa pratensis* in Frage (Riggert 1935, Schober 1959, Hemer 1960). In diesen Gräsern überwintert die Larve der Frühjahrs- generation, deren Imagines wieder vorwiegend Getreide heimsuchen. Da die Fliegen jedoch verhältnismäßig ortstet sind, werden Ränder von Haferfeldern, die an Grasland grenzen, besonders stark befallen. Bei Grassamenbeständen ließ sich im Gegensatz zu den Gallmücken keine erhöhte Fritfliegendichte auf älteren Kulturen feststellen. Dasselbe gilt für die Kleinfliegen *Meromyza saltatrix* und *Opomyza germinationis*, deren Larven den gleichen Schaden an den Herzblättern von *Poa pratensis* verursachen können wie die Fritfliege, über deren mögliches Übergehen auf Getreide aber noch nicht genügend sichere Beobachtungen vorliegen. Die Gerstenminierfliege (*Hydrellia griseola*) ist im wesentlichen in den nördlichen Teilen Europas als Getreideschädling aufgetreten, während sie in Nordwestdeutschland auf Wiesen aller Typen angetroffen wurde (Boneß 1953) und auch den reinen Beständen von *Poa pratensis* nicht fehlte (Schober 1959). Durch die Mahd der Wiesen und Grassamenkulturen werden viele Kleinfliegen, nicht zuletzt die Fritfliege, eher begünstigt als dezimiert.

In Südosteuropa wie überhaupt in kontinentalen Gebieten Eurasiens gehören die wichtigsten Weizenschädlinge unter den Wanzen zu den Pentatomiden. In Nordwestdeutschland bevorzugen *Eurygaster maura* und *Aelia acuminata* aus dieser Familie dagegen durchaus noch Wildgräser. Nur bei einer durch günstige Witterung im Frühsommer bedingten stärkeren Vermehrung dringen sie von trockenen Grasheideflächen und Feldrainen auf Roggenfelder leichter Böden über. *Aelia* bleibt hinsichtlich Eiablage und Nahrung sogar noch recht eng an *Festuca ovina* gebunden (Tischler 1938). In den mikroklimatisch feuchteren Beständen von Weizen und Grassamenkulturen spielen in diesem Gebiet Pentatomiden keine Rolle. Dafür sind es Miriden, die vor allem in trockenenwarmen Jahren von Ruderalstellen und Grasland aller Art auch auf Getreide übersiedeln. Dies zeigte der Vergleich des feuchtkühlen Jahres 1958 mit dem mehr konti-

mental geprägten 1959 besonders deutlich, das zu einer Erhöhung der Wanzen-dichte auf Kulturfeldern um das siebenfache führte. In erster Linie waren daran *Calocoris norvegicus*, *Lygus rugulipennis*, *Miris dolabratus*, *Notostira elongata*, *Stenodema calcaratum* und *laevigatum* beteiligt (Afscharpour 1960). Die Wiesenwanze *Lygus rugulipennis* ist aber nicht nur polyphytophag, sondern entwickelt sich sogar vom Schlüpfen aus dem Ei bis zur Imago mit rein tierischer Kost, wie die neuesten Versuche meines Schülers M. Boneß ergaben; im Freiland benötigt sie außer Pflanzensaft Blattläuse als tierische Beikost.

Die amerikanische Getreidewanze (*Blissus leucopterus*) gehört zur Familie Lygaeidae. Eine ganz nahe verwandte Langwanze kommt mit *Ischnodemus sabuleti* in Nordwestdeutschland einerseits an Strandgräsern (*Ammophila*, *Elymus*) der Küstendünen, andererseits auf *Glyceria maxima* und *Phalaris arundinacea* an Sumpfstellen weiter landeinwärts vor. Vom Nahrungsfaktor her könnte sie an Getreide übergehen, wie Zuchtversuche ergaben. Tatsächlich wurde sie im Mai 1960 im Wesergebiet an Roggen, wenn auch nur am äußersten Rand des Feldes gefunden, wohin sie von Gräsern aus einem nahen Auwald eingedrungen war. Indessen stellten wir eine Abhängigkeit ihrer Entwicklung von Langtagsbedingungen fest, die eine zweijährige Generationsdauer zur Folge hat und daher eine sonst wohl mögliche Umstellung der Wanze auf Getreidefelder verhindert (Tischler 1960).

Das Auftreten von Zikaden auf Kulturfeldern könnte unter Umständen größere Bedeutung erlangen als das der Wanzen. *Delphacodes pellucidus* überträgt in England das streifige Mosaikvirus des Weizens (Klinkowski und Kreutzberg 1958). In Finnland werden von dieser Art vor allem solche Populationen an Hafer schädlich, die vorher auf Beständen von Lieschgras (*Phleum pratense*) gelebt haben. Die Zikade überträgt dort nicht eine Virose, sondern bewirkt eine phytotoxische Erkrankung des Hafers, die durch irgendwelche Stoffe der Speicheldrüsen hervorgerufen wird (Nuorteva 1959). *Delphacodes* kam in Schleswig-Holstein auf Beständen von *Poa pratensis*, *Lolium perenne* und Weizen recht häufig vor. Ein ähnliches Auftreten in Kulturen von *Poa* und *Lolium* zeigte auch die Zwergzikade *Macrosteles cristatus*, doch befiel sie kaum Getreidefelder. Die wärmeliebendere *M. laevis*, die in Ost- und Süddeutschland auf Kulturflächen über *cristatus* dominiert (Bollow 1950), trat in Nordwestdeutschland zurück. Zwei weitere Zikaden, *Errastunus ocellaris* und *Arthaldens pascuellus*, die auf verschiedensten Wiesen heimisch sind, erreichten auf Wiesenrispe ihre höchste Populationsdichte in der vierjährigen Kultur. Deswegen spielen sie wohl auf einjährigen Getreidefeldern keine Rolle.

Ebenso wie Fritfliegen können Blattläuse und Thripse besonders leicht von Dauergrünland auf Gramineen-Monokulturen übersiedeln. Blattläuse bevorzugten von den verschieden alten *Poa pratensis*-Beständen die ein- und zweijährigen. Es dominierten *Sitobium granarium* und *Rhopalosiphon padi*. Beide wanderten auch nach der Mahd der Gräser auf Getreide. Sie werden als Überträger von Virose (Rotblättrigkeit des Hafers, Gelbverzwergung der Gerste) unter Umständen bedeutungsvoll (Klinkowski und Kreutzberg 1958, Rademacher und Schwarz 1958). Unter den Thripsen herrschten auf jungen und älteren Beständen von *Poa* die Arten *Anaphothrips obscurus* und *Haplothrips aculeatus*, auf Getreide der letztere neben *Limothrips cerealium* und *denticornis* vor (Körting 1930, Schober 1959). Ihr Schadeinfluß auf Getreide ist umstritten, in Nordwestdeutschland jedenfalls aber unbedeutend.

Raupen von Blattwespen der Gattungen *Dolerus* und *Selandria* sind für Wiesen besonders typisch (Boneß 1953). Auf den Grassamenfeldern Schleswig-Holsteins traten einige Arten recht zahlreich auf. Das gilt im Frühjahr vor allem für *Dolerus haematodes* und *nigratus*. Auch Zünsler der Gattung *Crambus* kommen bei humiden Klimabedingungen leichter auf Grassamenbeständen als auf Wiesen oder auf Getreide zu stärkerer

Vermehrung. Von verschiedenen alten *Poa*-Kulturen wurde 1955 in Südostholstein ein vierjähriger Bestand weitgehend zerstört. Zu etwa 85% war *Crambus culmellus*, zu 11% *perlellus* und zu 4% *hortuellus* dabei beteiligt (Schober 1959).

Abschließend seien einige allgemeine Punkte hervorgehoben, die sich zum Teil aus meinen Ausführungen, zum Teil aus früher zu diesem Problemkreis durchgeführten Untersuchungen ergeben.

1. Zunächst überrascht die Tatsache, daß auch auf Grasmonokulturen, vor allem wenn diese mehrjährig sind, eine große Zahl von Insekten leben kann. Die Bearbeitung der oberirdisch lebenden Fauna von Wiesen in Nordwestdeutschland ergab etwa 1500 Arten, eine entsprechende Untersuchung auf Reinbeständen von *Poa pratensis* in Südostholstein immer noch rund 500 Arten. Für Getreide ist die Zahl noch nicht ermittelt.
2. Obgleich das wirtschaftliche Nutzland in Nordwestdeutschland früher größtenteils bewaldet war, stammen die meisten Arten nicht nur des Dauergrünlands, sondern auch der feldmäßig angebauten Gramineen von Litoraea-Formationen (Gallmücken, Brachfliege, Tipuliden, Zikaden, Blattwespen usw.). Daneben gibt es Eurytope, zu denen die Fritfliege zählt. Grassteppentiere aus den kontinentalen Gebieten Europas bevorzugen in Nordwestdeutschland Sandgrasheiden und kommen in Getreide- und Grassamenbeständen nicht zu stärkerer Vermehrung (z. B. *Eurygaster*, *Aelia*, *Zabrus*, *Opatrum*, *Lema*, *Cephus*).
3. Im selben Klimagebiet kann der Schadeffekt gleicher Insekten auf Wiesen, Grassamenbeständen und Getreidekulturen ganz verschieden sein. Für einige, deren Bevölkerungsdichte sich nur langsam zu steigern vermag, sind die Verhältnisse auf den jährlich wechselnden Getreidefeldern schon zu extrem; auf Wiesen kommen sie wegen der dort größeren interspezifischen Konkurrenz und des stärkeren Feinddrucks nur in verhältnismäßig geringer Zahl vor; ihr Optimum erreichen sie auf älteren Grasmonokulturen (z. B. *Dolerus*, *Crambus*, *Sminthurus*, einige Zikaden).
4. Ein Überwechseln zwischen Beständen von Wild- und Kulturgramineen ist besonders bei Arten mit schneller Entwicklung oder leichter Ausbreitungsfähigkeit ausgeprägt. Hier wären Fritfliege, Thripse, manche Wanzen, Zikaden und Blattläuse zu nennen. Gerade unter den beiden letztgenannten Gruppen befinden sich potentielle Virusüberträger für Getreide.
5. Die räumliche Nachbarschaftswirkung verschiedener Gramineenbiotope verdient wegen der zwischen diesen hin und her wechselnden Arten beachtet zu werden. Zu enge Fruchtfolge von Getreide kann ebenso wie Überalterung von Grassamenbeständen zu Gallmückenschäden führen.
6. In anderen Klimagebieten ergeben sich andere biozönotische Beziehungen zwischen Grünland und Gramineen-Monokulturen.

#### L I T E R A T U R

- AFSCHARPOUR, E.: Ökologische Untersuchungen über Wanzen und Zikaden auf Kulturfeldern in Schleswig-Holstein. Z. angew. Zool. 47, 257—301 (1960). — BOLLOW, H.: Über die Zwergzikade und ihr Wiederauftreten in Bayern. Pflanzenschutz 2, 102—104 (1950). — BONESS, M.: Die Fauna der Wiesen, unter besonderer Berücksichtigung der Mahd. Z. Morph. Ökol. Tiere 42, 225—277 (1953). — BUHL, C.: Beobachtungen über das Vorkommen der echten „Hessenfliege“ *Mayetiola destructor* (Say) in Norddeutschland. Z. Pflanzenkrankh. 64, 271—286 (1957). — HEMER, M.: Zur Biologie, wirtschaftlichen Bedeutung und Bekämpfung der Fritfliege (*Oscinis frit* L.) an Gerste II. Z. angew. Ent. 46, 71—119 (1960). — KLEE, H.: Zur Kenntnis der Weizengallmücke *Contarinia tritici* Kirby und *Sitodiplosis mosellana* Gehin (*aurantiaca* Wagner). Gedruckte Diss., Kiel, 1—102 (1936). — KLINKOWSKI, M. u. KREUTZBERG, G.: Vorkommen und Verbreitung von Gramineenvirosen in Europa. Phytopath. Z. 32, 1—24 (1958). — KÖRTING, A.: Beitrag zur Kenntnis der Lebensgewohnheiten und der phytopatho-



genen Bedeutung einiger an Getreide lebender Thysanopteren. Z. angew. Ent. 16, 451—512 (1930). — NUORTEVA, P.: Om bollnässjukans natur. Nordisk Jordbruksforsk. 41, 25—31 (1959). — RADEMACHER, B. u. SCHWARZ, R.: Die Rotblättrigkeit oder Blattröte des Hafers — eine Viruskrankheit (*Hordeumvirus nanescens*). Z. Pflanzenkrankh. 65, 641—650 (1958). — RIGGERT, E.: Zur Kenntnis der Lebensgewohnheiten von *Oscinella frit* L. und ihrer Jugendstadien. Arb. physiol. angew. Ent. 2, 101—156 (1935). — SCHÖBER, H.: Biologische und ökologische Untersuchungen an Grasmonokulturen. Z. angew. Zool. 46, 401—455 (1959). — SPEYER, W. u. WAEDE, M.: Feinde und Parasiten der Weizengallmücken. Anz. Schädlingsk. 29, 185—191 (1956). — TISCHLER, W.: Zur Ökologie der wichtigsten in Deutschland an Getreide schädlichen Pentatomiden I. Z. Morph. Ökol. Tiere 34, 317—366 (1938). — TISCHLER, W.: Studien zur Bionomie und Ökologie der Schmalwanze *Ischnodemus sabuleti* Fall. (Hem., Lygaeidae). Z. wiss. Zool. 163, 168—209 (1960).

## SUR LA POLYPHAGIE DE LA BRUCHE DU HARICOT (*ACANTHOSCELIDES OBTECTUS* SAY)

P. VUKASOVIĆ, S. GLUMAC et A. MARTINOVIĆ

Les cas de plus en plus fréquents de grains de haricots déjà attaqués par *Acanthoscelides obtectus* Say dans les champs ont exigé une étude plus détaillée de sa polyphagie dans notre pays. Dans le présent exposé nous nous limiterons seulement aux résultats des expériences faites au laboratoire au cours de plusieurs années et que nous répartirons en trois groupes:

- 1<sup>er</sup> groupe: les insectes sont soumis à un régime forcé, sans possibilité de choisir;
- 2<sup>e</sup> groupe: étude du rôle de la femelle dans la détermination du régime de la larve;
- 3<sup>e</sup> groupe: étude du rôle de la larve néonate dans le choix de son régime.

### 1<sup>er</sup> groupe

Des nombreuses expériences faites en enfermant un plus ou moins grand nombre de femelles dans divers récipients en verre, avec une sorte de grains déterminés, on pourrait tirer ces conclusions:

De tous les grains expérimentés — les mêmes conditions de vie étant observées — le haricot a été incomparablement plus fortement attaqué, présentant toujours le milieu le plus propice au développement.

La seconde place reviendrait aux pois chiches *Cicer arietinum*, qui ont donné environ 50% de moins d'adultes, mais de grandeur normale. Des autres grains expérimentés, ayant donné des résultats positifs, les adultes obtenus étaient en moyenne plus petits. Leurs pourcentages pris des expériences les plus favorables à une sorte donnée et dans lesquelles le pourcentage d'adultes obtenus des haricots variait entre 52,2% et 66,6%, ont été:

pois chiches	28,1%	fèves	12,4%
pois ordinaires	21,5%	lentilles	2,4%
Lathyrus aphaca	8,8%	cacahuètes	1,6%
Vicia pannonica	2,9%	maïs	1,6%

### 2<sup>e</sup> groupe

Dans les expériences où les grains différents ont été placés les uns auprès des autres ou même complètement mélangés, les femelles ont déposé leurs œufs sous tous les grains ainsi que sous les boules de verre et les petits blocs de paraffine ajoutés; cependant les grains de haricots groupés présentaient un plus grand nombre d'œufs qu'isolés dans le mélange.



Dans les expériences où les divers grains dans un même grand récipient étaient séparés en tas ou isolés dans des éprouvettes, des couvercles de boîtes Pétri etc., les œufs ont été en majorité (72,8% à 100%) pondus sur les grains-mêmes ou auprès-d'eux et d'autant plus nombreux que leur accès était plus facile aux femelles; le reste a été déposé sous les boules de verre, les blocs de paraffine ou sur la surface nue du fond du récipient (environ 27,2%).

Les récipients renfermant les grains de haricots contenaient toujours le plus grand nombre d'œufs, en moyenne environ 72%, tandis que le pourcentage avec le soya n'a atteint que 7,9%, avec les pois 7%, les lentilles 2,4%, la vesce 1,3%, le maïs 0,8% etc.

Les grains de haricots retiendraient les femelles venues au contact avec eux, provoqueraient la rapide et totale évacuation des œufs mûrs, rendant possible le fonctionnement continu des ovaires, et augmentant ainsi le nombre d'œufs pondus. Cette action spécifique et stimulatrice ne se manifeste que chez les femelles venant en contact direct avec les grains.

L'influence des autres grains sur les femelle a été irrégulière, changeante et la question se pose de savoir si elle existe en réalité.

### 3<sup>e</sup> groupe

La mortalité moyenne, commune à tous les groupes d'œufs observés a été, au cours de leur développement, d'environ 4,4% et la mortalité des larves néonates au moins de 55%, s'élevant même à 67% suivant les cas.

En présence des différents grains, la majorité des larves néonates ont presque toujours pénétré dans les haricots. Mais il ne s'agirait là aucunement d'un tactisme déterminé, nettement manifesté en faveur des haricots, comme le démontre l'expérience suivante: le pourcentage de larvules entrées dans les grains s'est élevé à 45% dans les haricots; à 31% dans le soya; 19% dans les cacahuètes; 4% dans les fèves et à environ 2% dans le maïs — donc la moitié des larves (vers 55%), n'ont pas réagi en accord aux exigences vitales de l'espèce, tous les grains cités, sauf les haricots et en partie les fèves, étant peu ou pas du tout propices au développement de la bruche. Les larves néonates ont également pénétré dans d'autres grains n'ayant aucun rapport avec la larve (le blé, le café etc.), et même dans le liège et la paraffine, où elles ont été trouvées mortes.

Cependant, dans les expériences faites en déposant de nombreux œufs dans des récipients garnis de différents grains séparés entre eux, le plus grand nombre d'adultes a toujours été obtenu des haricots: dans un cas 13,7% du nombre total de 1997 larves écloses, puis 5,9% des pois chiches; 1,2% des fèves 0,4% des lentilles; 0,2% des pois ordinaires; 0,2 et 0,1% des cacahuètes et du maïs.

Par conséquent les grains de haricot retiendraient et concentreraient en eux les larvules et d'autant plus, qu'ils se trouveraient en plus grande quantité. Dans les expériences faites uniquement avec les haricots, les pourcentages d'adultes obtenus par rapport au nombre d'œufs employés ont varié de 3% à 38,6%, soit en moyenne 15,6% s'il s'agissait d'un petit nombre de grains, et de 47,4% à 65%, soit en moyenne 56,2%, si les grains étaient en plus grande quantité.

En résumant les résultats obtenus et exposés ici en partie, on peut en conclure comme suit: 1. les femelles d' *A. obtectus* ont pondu le plus grand nombre d'œufs parmi les grains de haricot et elles joueraient ainsi le rôle principal dans la détermination du régime des larves. Cependant elles ont déposé leurs œufs en nombre plus faible aussi bien parmi de nombreuses autres sortes de différents grains, de même que sur la surface nue des récipients; 2. les larves néonates, après une période de migration, pendant laquelle la plupart d'entre elles s'éloignaient peu de l'endroit où elles étaient

écloses, ont pénétré en majorité dans les grains de haricot, mais aussi et en grand nombre, dans d'autres grains peu ou pas du tout propices à leur développement et même dans d'autres matières comme le liège et la paraffine. Leur rôle dans la détermination de leur régime est encore à préciser; 3. un fait est à souligner — le plus grand nombre d'adultes, double ou même multiple, a toujours été obtenu des grains de haricot, si bien que ceux-ci représentant, pratiquement, les seuls grains attaqués en masse par l'insecte. Cela proviendrait de leurs particularités consistant à retenir les femelles et à épuiser leur possibilité de ponte, puis quand ils sont en grandes quantités, de grouper, de concentrer en eux les larves, et surtout parce que la composition physique et chimique de ces grains présente le milieu le plus favorable au développement des larves, avec le pourcentage de mortalité le plus faible. Il faut encore ajouter que par sa présence dans les grains, l'insecte provoque une augmentation de l'humidité et de la température de la masse attaquée, réalisant ainsi des conditions de plus en plus favorables au développement de l'espèce, jusqu'à la destruction complète des grains. Grâce à ces caractères, et malgré la très grande mortalité des larves néonates, il survient rapidement une infestation massive de quantités ne serait-ce qu'un peu plus grandes de haricots.

Le milieu nutritif, avec ses différents caractères, représente en principe le facteur principal déterminant la possibilité et le degré de multiplication des insectes en lui.

## GRUNDLAGEN DER SCHÄDLINGSBEKÄMPFUNG IM OBSTBAU

V. P. WASSILIEW

Die Organisation der Schädlingsbekämpfung im Obstbau ist eine schwerere, aber zu gleicher Zeit lohnendere Aufgabe als die auf einem anderen Gebiet des Pflanzenbaues. Das wird nicht nur durch den höheren Wert der Obstproduktion, sondern auch durch eine Reihe verschiedener Faktoren bedingt. So beträgt die Zahl nur der wichtigsten Schädlingsarten — der Insekten und Milben — in den Obstanlagen der Ukrainischen Sozialistischen Sowjetrepublik etwa hundert, was 5—6mal die Zahl der Arten in der Biozönose von Feldkulturen, wie zum Beispiel Zuckerrübe, Mais und andere, übersteigt. Darüber hinaus sichert dauerndes Wachstum der Obstbäume auf demselben Platz mehr oder minder stabile ökologische Umstände, die für die Anhäufung von Schädlingsarten günstig sind.

Das zur Zeit in unserem Obstbau übliche System der Boden- und Baumpflege übt keinen wesentlichen Einfluß auf die Anzahl der meisten Obstpflanzenschädlinge aus, auch jener nicht, die in ihrer Entwicklung nicht nur mit den oberirdischen Teilen der Bäume, sondern auch mit dem Boden verbunden sind.

Man kann den Schutz der Obstbäume und eine Ernte hoher Qualität nur dann gewährleisten, wenn man regelmäßig einen Komplex oder ein System spezieller Maßnahmen gegen schädliche Insekten und Milben durchführt. Dieses System soll auf folgende Prinzipien begründet sein:

1. Das System der Schädlingsbekämpfung im Obstbau soll sich auf die umfassende Anwendung von chemischen Mitteln gründen. Die Auswertung der hochwirksamen modernen Insektizide gestattet es, auf die zeitraubende und unrentable mechanische Bekämpfungsmethode (Handsammeln der Winterneuster von Baumweißlingen und Goldaftern, Leimring- und Fanggürtelverfahren u. a.) vollkommen zu verzichten.

Die biologische Bekämpfungsmethode wird möglicherweise in der Zukunft eine gewisse Rolle spielen, aber es gibt auf diesem Gebiet einstweilen noch keine praktisch wirksamen Vorschläge.

2. Im Zusammenhang mit der großen Zahl und Verschiedenheit von Schädlingsarten ist die Durchführung der Bekämpfung jeder einzelnen Art unmöglich. Die Bekämpfungsmaßnahmen sollen so gestaltet werden, daß mittels einer Maßnahme der gesamte Komplex der in den Obstanlagen zu gleicher Zeit befindlichen Schädlingsarten vernichtet wird.

3. Die Anwendung von chemischen Mitteln soll unbedingt als ein bestimmtes System gestaltet werden, das die Bekämpfung der gesamten Schädlingsfauna der Obstanlagen-biozönose vorsieht, darunter auch solcher Arten, die als unwesentlich erscheinen.

Nur dadurch kann man die unvorhergesehene Massenvermehrung mancher Schädlinge vermeiden, die als Folge unerwünschter Störungen der biozönotischen Beziehungen nach der einseitigen Anwendung von Giften zu betrachten ist. Die Beispiele der Milben-, Wickler- und anderer Schädlingsvermehrung in den Obstanlagen infolge der Anwendung für sie untoxischer Präparate, die für die Bekämpfung anderer Arten verwendet werden, sind allbekannt.

Zur Ausarbeitung des Maßnahmensystems gegen Obstpflanzenschädlinge ist folgendes notwendig:

Vollkommene Kenntnis der Zusammensetzung der schädlichen Obstanlagenfauna in verschiedenen Zonen und Gebieten des Landes. Kenntnis der Entwicklungsgeschichte und Vermehrungsgesetzmäßigkeiten der schädlichen Arten. Kenntnis der Signalisierungsmethoden der Schädlingsauftretensfristen in den Obstanlagen. Die Merkmale auf die sich die Bestimmung der Schädlingsbekämpfungsfristen in den Obstanlagen gründet, sind folgende: phänologische Phasen der Obstpflanzenentwicklung im Frühjahr, meteorologische Grundlagen, unmittelbare Beobachtungen des Schädlingsauftretens; eingehendes Studium der Wirksamkeit chemischer Bekämpfungsmittel gegen Schädlinge und der Möglichkeit ihrer Anwendung im Obstbau vom Standpunkt deren Gefährlosigkeit für die Menschengesundheit.

Das allgemeine Schema des für die Ukrainische Sozialistische Sowjetrepublik entwickelten Bekämpfungssystems gegen die Obstpflanzenschädlinge enthält folgende Maßnahmen:

1. In den Gegenden, wo die San José-Schildlaus verbreitet ist, bespritzt man im Frühling alle Obstbäume, in anderen Gebieten vorwiegend nur Pflaumenbäume mit DNOK, „Gelböl“ oder „Gelbkarbolineum“.

2. Bei Knospenausbruch ist die Bespritzung der Apfelbäume mit DDT-Präparaten gegen den Komplex von Wicklern, blattfressenden Insekten, Rüsselkäfern und gegen die Apfelblattlaus notwendig.

3. Vor der Blüte wird auf Apfelbäume, Birnbäume und Pflaumenbäume Lindan-suspension mit einem Zusatz von Methylmerkaptophos (Methylsystox) gegen die *Hoplocampa*-Arten, Blattsauger, Milben, Blattläuse angewandt.

4. Bei Beendigung der Blüte werden die Apfelbäume in Einzelfällen mit DDT-Präparaten gegen Apfelbaumgespinstmotte behandelt.

5. Bei Beginn des Raupenschlüpfens des Apfelwicklers (die Frist wird nach der Summe der effektiven — über  $+10^{\circ}$  — Tagesdurchschnittstemperaturen bestimmt. Die Summe soll 2300 erreichen) und zu Anfang des Massenfluges des Pflaumenwicklers und Birnenwicklers (die Frist wird nach der Beobachtung des Falterfluges festgestellt) werden folgende Bespritzungen durchgeführt:

an Apfelbäumen: mit DDT-Suspension und einem Zusatz von Äthersulphonat (ein sowjetisches ovotran-ähnliches Präparat) gegen Milben;

an Birnbäumen: mit DDT-Suspension und einem Zusatz von Thiophos (Parathion) gegen Blattsauger;

an Pflaumenbäumen: mit Thiophos (Parathion), das gleichzeitig auch gegen Blattläuse wirksam ist.

6. Nach 15 bis 16 Tagen werden die Bespritzungen der Apfel-, Birnen- und Pflaumenbäume wiederholt.

7. 10 Tage nach dem Beginn des Falterfluges des Apfelwicklers und Pflaumenwicklers der zweiten Generation werden Apfelbäume mit DDT-Suspension bei Zusatz von Äthersulfonat, Pflaumenbäume mit Thiophos bespritzt.

8. 15 bis 16 Tage nachher wird die Spritzung der Apfel- und Pflaumenbäume wiederholt. In den Obstanlagen, wo die Hagedornmilbe (*Tetranychus crataegi* Hirst) fehlt, wird kein Äthersulfonat hinzugefügt.

Die sorgfältige und rechtzeitige Durchführung eines solchen Systems von chemischen Verfahren sichert in der Tat die vollkommene Beseitigung der Verluste durch Obstpflanzenschädlinge, wie es 3jährige Praktik auf der Fläche der Obstanlagen (insgesamt 30.000 ha) zeigt.

Einstweilen ist die Aufgabe des Schutzes der Sommerfristsorten vor der zweiten Generation des Apfelwicklers noch nicht gelöst. Die Behandlung mit DDT-Präparaten ist in dieser Zeit unzulässig, weil die Giftreste im Obst die zulässigen Normen übersteigen werden. Bei der Anwendung von Parathion vergrößert sich die Zahl der Spritzungen und die Schädlingsbekämpfungskosten erhöhen sich; was die Anwendung von Sewin in der Sowjetunion betrifft, so ist diese Frage von den medizinischen Behörden im Zusammenhang mit den zu vermutenden kanzerigenen Eigenschaften dieses Präparats noch nicht gelöst.

## ÜBER DAS VERHALTEN DES APFELWICKLERS (*CARPOCAPSA POMONELLA* L.) WÄHREND DER EIABLAGEPERIODE

TH. WILDBOLZ und M. BAGGIOLINI

Trotz der wirtschaftlichen Bedeutung des Apfelwicklers ist über dessen Verhalten während der Eiablageperiode relativ wenig gearbeitet worden. Aus diesem Grunde werden seit einigen Jahren an den schweizerischen Versuchsanstalten für Obstbau Untersuchungen durchgeführt. Diese galten vorerst dem Einfluß der Witterungsfaktoren auf die Eiablage (Klingler, Vogel und Wille 1958). An eingezelteten Apfelbäumchen wurde die durchschnittliche tägliche Eizahl von zugesetzten Faltern ermittelt. Es zeigte sich, daß unter den Versuchsbedingungen einzig eine gute Korrelation der Eizahl mit der Temperatur vorhanden war. Schwache Eiablagen waren schon bei 12—13° Abendtemperatur festzustellen. Mit steigender Temperatur (bis 20°) legten die Weibchen entsprechend mehr Eier ab. Der Einfluß von anderen Witterungsfaktoren wie z. B. die Luftfeuchtigkeit konnte dagegen nicht belegt werden. Es wäre nun interessant, von ähnlichen Untersuchungen zu hören, die unter andern Witterungsbedingungen gewonnen wurden. Vor allem denken wir an noch höhere Temperaturen und niedrige Luftfeuchtigkeit. Ferner sollte der Einfluß des Windes auf die Eiablage abgeklärt werden, der im Zeltversuch nicht erfaßt werden konnte. Beim Lichtfang der Apfelwicklerfalter macht man immer wieder die Erfahrung, daß der Anflug der Falter bei einsetzendem Wind empfindlich gestört wird, auch wenn die Temperatur relativ hoch ist. Eine ähnliche Wirkung auf die Eiablage wäre denkbar.



In einem Freilandversuch setzten wir im Zentrum einer bisher schwach mit Obstmade befallenen Kernobstanlage etwa 1000 Apfelwicklerfalter aus, um deren Ausbreitung vom Schlüpfen bis zur Eiablage zu untersuchen (Wildholz und Baggiolini 1959).

In dieser Mitteilung möchten wir uns nun vor allem mit der Frage beschäftigen, welche Angaben wir über die Orientierung der Falter während der Eiablageperiode besitzen. Zwei Orientierungsmechanismen sind nachgewiesen, die beide unmittelbar vor der Eiablage einsetzen. Der in der Baumkrone schwärmende Falter wird durch den Geruch von Äpfeln zur Eiablage angeregt (Wildholz 1958). Nachdem der Falter auf der Frucht oder in deren näheren Umgebung auf einem Blatt oder an der Rinde abgesetzt hat, tastet er mit dem Ovipositor die Unterlage ab. Das Ei wird dann auf eine zusagende glatte Fläche abgelegt (Wiesmann 1928).

Wesentlich weniger klar ist nun die Orientierung der Falter in der früheren Phase beim Aufsuchen der Wirtspflanzen. Ungewiß ist einmal, auf welche Distanz die Falter die Baumkrone von Wirtspflanzen erkennen und dadurch zum Bleiben und zur Eiablage veranlaßt werden. Bei der direkten Beobachtung von eierlegenden Faltern, wie dies im Zeltversuch unter seltenen Umständen möglich ist, konnten wir feststellen, daß Falter, die in der Baumkrone schwärmten, direkt in Richtung auf die Früchte flogen und dann sofort ihre Eier ablegten. Es ist dies ein Hinweis, daß die verantwortlichen geruchlichen Reize wenigstens auf eine kurze Distanz wirksam sind.

Wie weit beeinflussen optische Faktoren den fliegenden Apfelwicklerfalter? Im erwähnten Versuch über die Ausbreitung der Falter machten wir Beobachtungen, die als Anhaltspunkte dienen können. Die Versuchsparzelle grenzte mit einer Schmalseite an offenes Wiesland, mit der andern an eine Zwetschgenanlage. Der Obstmadenbefall an Äpfeln war um die Infektionsstelle im Zentrum der Anlage sehr stark und sank nach allen Richtungen rasch ab. Gegen das offene Wiesland stieg er dann wieder deutlich an. Im Grenzgebiet gegen die Zwetschgenanlage war dagegen kein solcher Anstieg festzustellen. Offenbar wurden die Kronen der Zwetschgenbäume nicht als Grenze aufgefaßt, wohl aber das baumfreie Wiesland. Es kann nun vermutet werden, daß diese Unterscheidung optisch erfolgte.

Es ist nicht einfach zu untersuchen, wie wichtig die geruchliche Orientierung bei der Erkennung der Wirtspflanzen ist. Setzen wir in einem Zuchtzelt, in dem Wirtspflanzen wie Apfel, Birne, Aprikose und Walnuß vorhanden sind, Apfelwicklerfalter aus (sofern nicht anders vermerkt, sprechen wir von Faltern, die aus Obstmaden vom Apfelbaum stammen); so können wir bei der Kontrolle der Eiablagen den Einfluß des Blattgeruchs nicht isoliert erfassen. Aus diesem Grunde umhüllten wir die erwähnten Pflanzen — es handelte sich um Jungbäumchen ohne Früchte — mit Tüllsäcken. Es ließ sich nun während des Tages kontrollieren, wieviele Falter auf den verhüllten Pflanzen sitzen blieben und nicht wie die Mehrzahl der Tiere am Dach und an den Wänden des Zeltes saßen. Nach jeder Kontrolle wurden die abgesetzten Tiere zum Abfliegen veranlaßt. In den Kontrollen stellten wir auf dem Apfelbaum und auch auf dem Birnbaum am meisten Falter fest, während auf Aprikosen- und Walnußbaum deutlich weniger Tiere sitzen blieben. Demnach wären die Falter wohl durch den Geruch der Apfelblätter und auch der Birnblätter vermehrt zum Bleiben veranlaßt worden. Bisher gelang es allerdings nicht, mit der geschilderten Versuchsanordnung die Falter zur regelmäßigen Eiablage auf künstliche Folien zu veranlassen.

An nicht verhüllten Bäumen erhält man bei günstigen Witterungsbedingungen viele Eiablagen. Die Eiablagen konzentrierten sich in unsern Versuchen auf Birnbaum und Apfelbaum, auch wenn gleichzeitig ein Aprikosen- und ein Walnußbaum zur Verfügung standen. In Wahlversuchen zwischen Apfel- und Birnbaum waren die Resultate dagegen nicht einheitlich. Nachdem in einem Versuch auf Apfelbaum wiederholt deutlich

mehr Eier abgelegt wurden, war das Resultat in folgenden Versuchen gerade umgekehrt. Dies dürfte damit zusammenhängen, daß der Falter den Ort der Eiablage nach mindestens zwei Kriterien auswählt. Bei der Orientierung nach glatten Oberflächen ist das glatte Birn-, Aprikosen- und Walnußblatt vor dem leicht behaarten Apfelblatt im Vorteil. In Bezug auf den Blattgeruch erscheint hingegen das Apfelblatt und auch das Birnblatt bevorzugt.

Wir haben schon erwähnt, daß der Geruch von Apfelfrüchten zu konzentrierter Eiablage führt. In weiteren Versuchen haben wir nun die Wirkung von mit Gaze verhüllten Äpfeln und Birnen gleichen Gewichts miteinander verglichen. Nach den bisherigen Ergebnissen vermochten im Vorsommer unreife Birnen die Eiablage etwas weniger anzuregen als unreife Äpfel. Mit zunehmender Reife werden dann in der Nähe der Birnen sehr viele Eier abgelegt und zwar meist mehr als in der Nähe von Äpfeln, die in einem entsprechenden Reifestadium sind. Unsere Versuche mit reifen Früchten, die während des Winters im Kühllager aufbewahrt wurden, weisen in dieselbe Richtung. Wir benützten dabei Glockenäpfel und Winterdechantsbirnen. Nach der übermäßig langen Kühllagerung vom Herbst bis in den Monat Juni vermochte nur noch ein Teil der Birnen nachzureifen. Die andern Birnen blieben hart und entwickelten den für den Menschen gut wahrnehmbaren Birnengeruch nicht aus. Interessanterweise fanden sich in der Nähe dieser Birnen weniger Apfelwicklereier als in der Nähe von normal reifenden Birnen. Die Lageräpfel hingegen wirkten durchwegs deutlich auf die eierlegenden Falter. Es liegt nahe, diese Unterschiede mit der Art und der Menge der von Apfel und Birne abgegebenen Geruchstoffe in Zusammenhang zu bringen, doch sind diese Vorgänge noch wenig erforscht.

Wir haben uns für den Einfluß von Äpfeln und Birnen aber auch von Apfel- und Birnblättern auf die Eiablage des Falters besonders interessiert. Dies steht mit Beobachtungen im Zusammenhang, nach denen in gemischten Kernobstanlagen der frühe Obstmadenbefall an Birne wesentlich geringer war als an Äpfeln entsprechender Reife. Mit fortschreitender Reife wurden auch Birnen in vermehrtem Maße befallen. Nach unseren Versuchen kann dieser Befallsunterschied höchstens zum Teil begründet sein in einer geringeren Wirkung der jungen Birne auf den eierlegenden Falter. Eine weitere, vielleicht wichtigere Ursache wird hier mitspielen. Die unreifen Birnen sind viel härter als die unreifen Äpfel und können deshalb von dem aus dem Ei geschlüpften Obstmadenräupchen nur mit größerer Mühe angebohrt werden. Mit zunehmender Reife wird auch die Birne weich und damit fällt die genannte „Schutzwirkung“ vor Infektionen weg.

In Kleinversuchen konnten wir diese Verhältnisse zahlenmäßig erfassen. In verschiedenen Zeitpunkten wurden jeweils 20 gepflückte junge Äpfel (Berner Rosen) und die gleiche Zahl Birnen (Gute Luise) in Einzelzuchtschalen gelegt. Zu jeder Frucht wurde ein frisch geschlüpftes Jungräupchen zugesetzt. In drei Ende Juni bis Mitte Juli angelegten Versuchen konnten 14/17 resp. 19 Räupchen in die Äpfel eindringen, während es bei Birnen nur 1/6/ resp. 5 waren. Bei Äpfel bohrten sich die überlebenden Tiere sofort in die Frucht ein. Bei Birne fanden sich noch 10 Tage nach der Infektion einzelne Räupchen auf den Früchten. Sie verursachten dort ausgedehnten Oberflächenfraß an der Fruchthaut, vermochten aber nicht in das harte Fruchtfleisch vorzudringen. In einem Mitte August mit viel reiferen Früchten angelegten Versuch konnten 17 Obstmaden in Äpfel und 16 in Birnen typischen Befall verursachen.

Die bis jetzt mitgeteilten Beobachtungen über das Verhalten des Apfelwicklers beziehen sich auf Tiere, die aus Obstmaden vom Apfelbaum stammen. Es stellt sich nun die Frage, ob sich Falter von andern Wirtspflanzen unterschiedlich verhalten. Bisher wurden erst einige Vorversuche mit Tieren von Birne aus gemischten Kernobstanlagen gemacht. Die Falter wurden in Zuchtkäfigen ausgesetzt, zur Eiablage standen Apfel-

und Birnzweige mit Früchten zur Verfügung. Bei der Eiablage ergaben sich keine klaren Unterschiede. Bald wurde Apfel bald Birne bevorzugt, ganz entsprechend wie im Parallelversuch mit Faltern vom Apfelbaum. Es bleibt nun abzuwarten, wie sich Falter von Aprikose und Walnuß verhalten, also Tiere aus Populationen, die örtlich von den Kernobstpopulationen getrennt sind und sich in Schlüpfverlauf und der Generationenzahl von dieser unterscheiden.

## LITERATUR

KLINGLER, J., W. VOGEL und H. WILLE, 1958: Der Einfluß der Temperatur auf die Eiablage des Apfelwicklers. Schweiz. Zeitsch. Obst - Weinbau 67: 256—262. — WIESMANN R., 1935: Untersuchungen über den weiblichen Genitalapparat, das Ei und die Embryonalentwicklung des Apfelwicklers, *Carpocapsa (Cydia) pomonella*. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 16: 370—377. — WILDBOLZ, Th., 1958: Über die Orientierung des Apfelwicklers bei der Eiablage. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 31: 25—34. — WILDBOLZ, Th. und M. BAGGIOLINI, 1959: Über das Maß der Ausbreitung des Apfelwicklers während der Eiablageperiode. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 32: 241—257.

# TOXICITY OF PHORATE AND OTHER SYSTEMIC ORGANIC PHOSPHATE INSECTICIDES TO *PHYTOPHAGA DESTRUCTOR* (SAY)

M. C. WILSON, R. L. GALLUN, G. J. FLORENTINE and R. E. KIRK

Purdue University, Lafayette, Indiana, USA

Control of *Phytophaga destructor* (Say) has been accomplished in the past by cultural means, particularly delayed seeding and by the use of resistant varieties. However, with an increasing need for fall forage in many areas, there is an indication of a trend toward earlier seeding of susceptible varieties of wheat. Under these circumstances the crop may need to be protected against insects, particularly the fall generation of *P. destructor*. The use of a systemic insecticide will enable the farmer to seed several weeks earlier without being limited to the few existing resistant varieties now available. Some of the newer organic phosphate compounds show promise as a means of control when used either as a seed treatment or in granular form applied in the row at time of seeding. Reports of control in the field have been made by several investigators including Brown (1957, 1959), Guyer et al. (1958), Bigger (1959), Wilson (1959) and Wilson et al (1960).

Studies were begun at Purdue University in 1957 and have been continued, both in the laboratory and field, during the past four years. Data reported in this paper will be confined to studies made under controlled greenhouse conditions, and consisting of a comparison of the toxicity of five systemic organic phosphate insecticides to the insect larva, the residual effect of phorate, the influence of soil type on the effectiveness of phorate, and the effect of larval age on the susceptibility of this insect to phorate poisoning.

## Methods

Comparison of Insecticide Toxicity: Major emphasis in determining the toxicity of five systemic insecticides to *P. destructor* was given to studies in which the seed was treated, since preliminary studies had indicated that lower rates could be used than with a granular type of application in the drill row. All experiments were carried out in the greenhouse using the susceptible wheat variety, LaPorte, with the exception of a few early studies in which the variety, Michigan Amber was used. Experiments were designed using a randomized block with six replicates. Standard 20" x 14" flats filled with a 2 : 1 mixture of silt-loam and sand and divided into four quadrat plots were used. Each plot area was separated by a barrier of aluminum foil to prevent translocation of insecticide between them. Each plot was seeded in three rows of 25 seeds per row. Data were obtained by dissecting the plants from the center row.

The insecticides were custom applied to the seed by the manufacturer of each compound, according to the suggestions of the investigators. Phorate was applied using the Thimet 44-D



formulation, a carbon powder containing 44% toxicant and 2% methycellulose. With phorate, both a fungicide, Captan, and a sticker consisting of a solution of 3.0 parts of dextrin, 1.5 parts sorbitol, and 0.5 part water was used. This combination of sticker and fungicide had no effect on the toxicity of the insecticide, but was used to reduce phytotoxicity (Kirk and Wilson, 1960 a). No sticker was used with the other insecticides. However, Ceresan was used with Di-Syston, and Arasan was used with Compound 3562. The chemical names of the five insecticides tested are shown in table 1.

When the wheat seedlings reached the two leaf stage they were exposed to attack by *P. destructor* using a technique developed by Cartwright and LaHue (1944). Briefly, this method consists of taking infested plant material out of cold storage 15 days prior to the desired date of emergence. As the larvae approach pupation the infested plant material is placed among the flats of seedling wheat to be infested. A cheesecloth tent is placed over the experiment to confine the flies as they emerge. As soon as oviposition is completed (within 2 to 4 days) the tent is removed. When the larvae matured, approximately 25 days later, the plants were dissected and survival recorded. Humidity is maintained moderately high (about 40%) and best results are obtained with a temperature not exceeding 70 degrees Fahrenheit. However, successful experiments were completed with temperatures ranging as high as 78 to 80 degrees on occasion.

**Residual Effect of Phorate:** A long residual effect of phorate is not needed for controlling *P. destructor* since infestation occurs within a few days and there is no general reinfestation by another brood until the next season. However, experiments to determine the length of residual action were conducted using a granular application of 10% phorate. In these tests wheat was seeded in flats and treated with a broadcast application of granular phorate at the rate of 1 pound of toxicant per acre. Fly emergence was timed in each of four series so that oviposition took place at 12, 16, 23 and 36 days after treatment. At all dates 100 percent control was obtained (plate 2).

To test the residual effect at 60 days flats were treated as above with rates of 1, 2 and 4 pounds of toxicant per acre and seeded with wheat. Sixty days later the wheat was removed and all plant material sifted from the soil. The flats were then replanted and infested in the usual manner.

**Soil Type and the Effectiveness of Phorate:** To determine the influence of soil type on the effectiveness of phorate in controlling larvae of *P. destructor* when applied as a seed treatment wheat was seeded in the same manner as in previous studies using three soils: sand, silty clay-loam, and muck. Plant infestation and data were obtained using the techniques previously described. Treatments consisted of phorate seed applications at the rates of 0.18 and 0.36 pound of toxicant per 100 pounds of seed and a check treated only with the sticker and fungicide.

**Effect of Larval Age on Its Susceptibility to Phorate:** It had been observed in the laboratory that both the adults and larvae of *P. destructor* were very susceptible to phorate poisoning. But, it was not suspected that the degree of susceptibility was greatly affected by larval age until certain observations were made in the field. As an emergency measure to protect a field found to be heavily infested with emerging adults, phorate was applied as a broadcast treatment. However, this treatment was not applied until after egg hatch and most of the larvae had passed into the second instar. Although a heavy rain occurred within a few hours after treatment so that the insecticide was immediately washed into the soil and made available to the plants, the larval population was not significantly reduced.

To determine the range of susceptibility of the larva a series of experiments were conducted using the same standard techniques as in previous studies. In the first experiment granular phorate was applied at the rate of one pound of toxicant per acre to different plots at intervals of 9, 6 and 3 days before oviposition and at 2, 4, 6, 11, 16 and 21 days after oviposition. Each application was replicated six times and the treatment was watered into the soil to accelerate uptake by the plant. This study was followed by an experiment designed so that different plots were treated on each day for a period of 11 days commencing with the first day of oviposition.

To further test the susceptibility of second and third instar larvae to excessive dosages of phorate, experiments were conducted using the granular material applied in the same manner mentioned before at rates equivalent to 1, 2, 4 and 8 pounds of toxicant per acre.

## Results

**Comparison of Insecticide Toxicity:** In all experiments very high infestations were obtained. The controls had an average infestation of 86 percent with 460 larvae per 100 plants. The data in table 1. comparing the five insecticides is a composite of several tests. Phorate was always tested in each experiment at the same rate as each of the



Table 1

Comparison of the Toxicity of Five Systemic Phosphate Compounds to *Phytophaga destructor* (Say) as Seed Treatments in Greenhouse

Insecticide	Lbs. Toxicant per 100 lbs. Seed	Percent <sup>1</sup> Control
Phorate		
O,O-diethyl S-(ethylthiomethyl) phosphoro- dithioate .....	0.750	100
	0.500	100
	0.375	100
	0.250	100
	0.200	100
	0.187	100
	0.150	100
	0.100	100
	0.050	98
Di-Syston		
O,O-diethyl S-2-(ethylthio)ethyl phosphoro- dithioate .....	0.750	100
	0.375	100
	0.187	76
Dimethoate		
O,O-dimethyl S (N-methylcarbamoylmethyl) phosphorodithioate .....	0.500	88
	0.250	74
Compound 3653		
2-methylthio-1-methylvinyl-diethyl phosphate .....	0.750	51
	0.500	62
	0.250	26
	0.125	37
Compound 3562		
3-(Dimethoxyphosphinyloxy)-N, N-dimethyl- crotonamide .....	0.375	0
	0.187	0

<sup>1</sup> The analysis of variance in all experiments showed differences in the data to be significant at the 1% level.

other compounds. Statistical analysis showed that there were highly significant differences between the data in all experiments. The high toxicity of phorate should be noted as no break from 100% mortality occurred until the rate was reduced to only 0.05 pound of toxicant per 100 pounds of seed, and even at this low dosage 98 percent control was obtained.

Residual Effect of Phorate Against *P. destructor*: When phorate was applied at a rate comparable to one pound of toxicant per acre in a broadcast application, 100 percent control of *P. destructor* was obtained whether oviposition took place 12, 16, 23, or 36 days after treatment (table 2). In studies where soil previously treated with per acre rates of 1, 2, and 4 pounds of phorate, was replanted with wheat and reinfested 60 days later, there was no larval reduction at the 1 and 2 pound rates. However, at the rate of 4 pounds of toxicant per acre, 30 to 55 percent of the larvae were killed (table 3).

The Influence of Soil Type on the Effectiveness of Phorate: Studies on the effect of soil type and moisture on the germination of wheat seed treated with phorate by Kirk and Wilson (1960b) had shown that in a highly organic soil such as muck, germination was only slightly impaired by phorate in contrast to severe losses in sand and silty clay-loam soils. This was attributed to the apparent property of an organic soil to tie up an organic insecticide so that it becomes unavailable to the seed or seedling as was

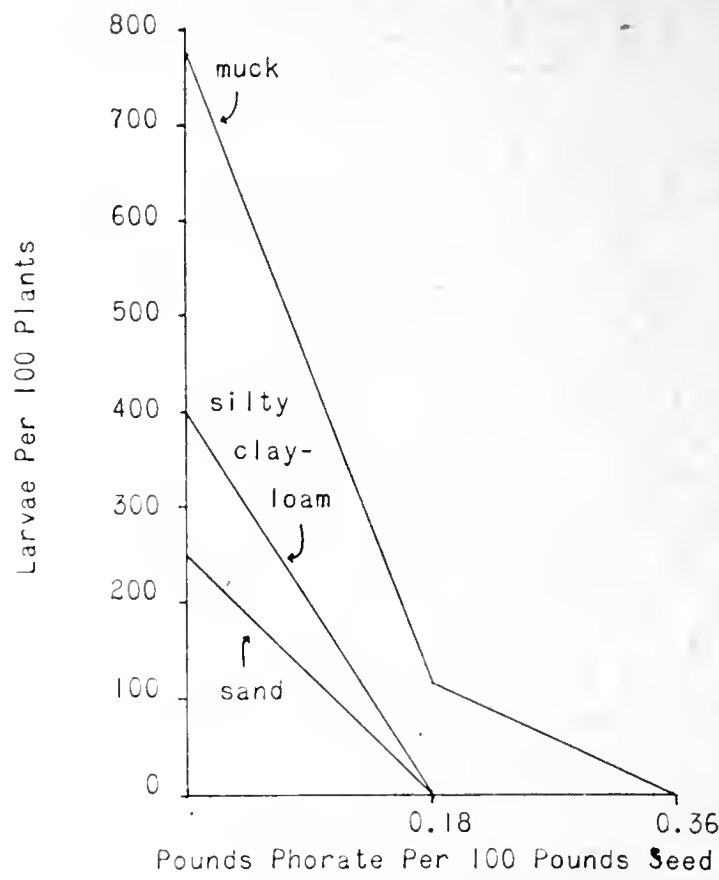


Fig. 1. The Effect of Soil Type on the Toxicity of Phorate to Larvae of *Phytophaga destructor* (Say).

reported by Lichtenstein and Schultz (1959). They found that certain chlorinated hydrocarbons were more persistent in muck than in Miami silt-loam, suggesting that the insecticide was bound to the organic portion of the soil.

Lower toxicity of phorate to *P. destructor* in a muck soil suggests the same reaction occurred in experiments conducted by the authors. Observation of the data in figure 1. show that there was no survival of larvae in the sand or silty clay-loam soils at a rate of 0.18 pound of toxicant per acre. On the other hand, control in the muck soil was less effective.

Table 2

Residual Effect of Phorate Applied as a Broadcast Granular Treatment at the Rate of One Pound of Toxicant Per Acre Against *Phytophaga destructor* (Say)

Time of Oviposition (Days After Treatment)	% Plants Infested	
	Treated	Untreated
12	9	73
16	0	37
23	0	70
30	0	39

Table 3

Residual Effect of Phorate in Soil Reseeded 60 Days After Treatment and Removal of Plants from First Seeding

Lbs. Toxicant/Acre at Time of Treatment	% Plants Infested	
	Series 1.	Series 2.
0 (check)	100	100
1	100	100
2	100	100
4	45	70

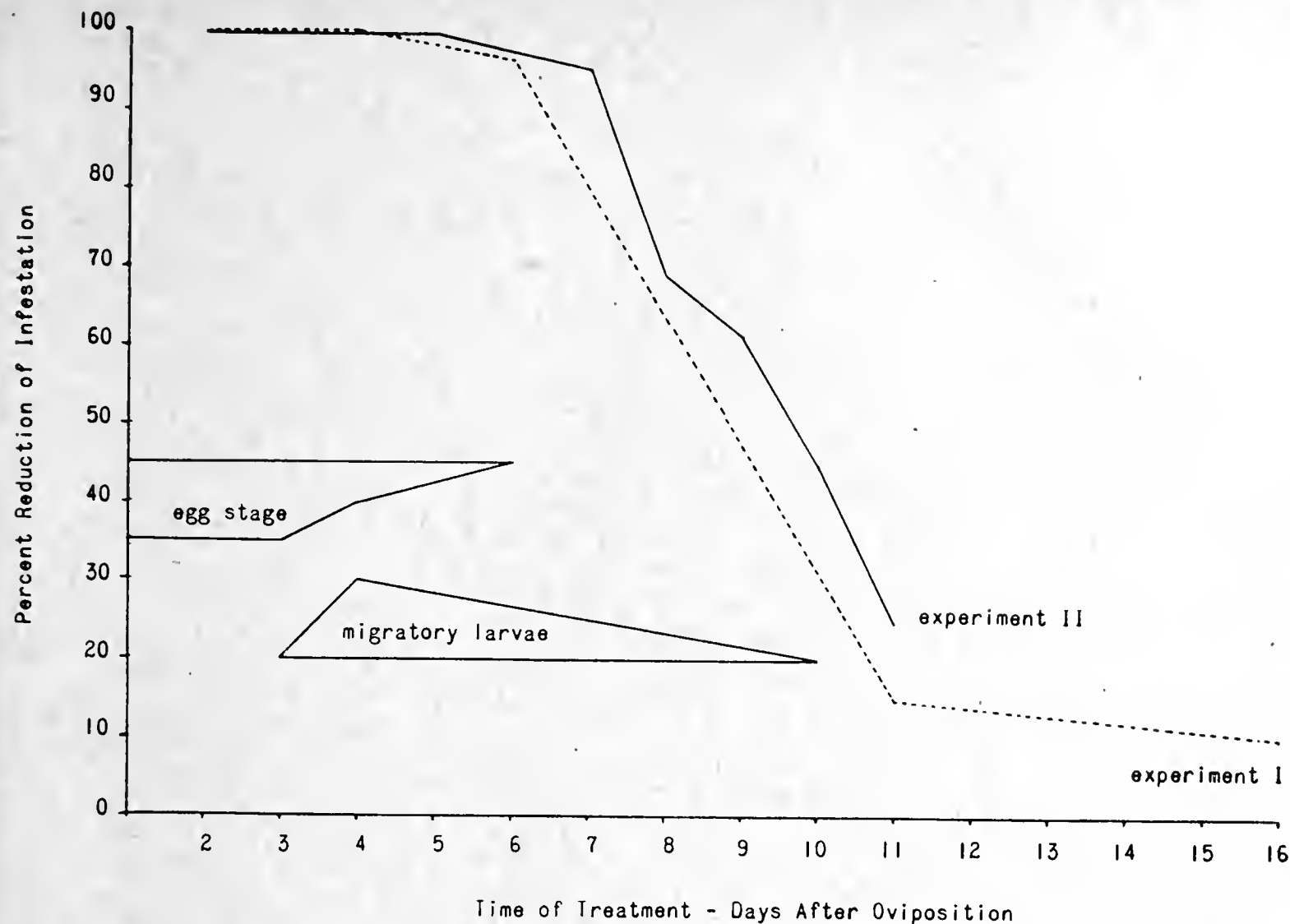


Fig. 2. The Effect of Time of Application of Phorate on Mortality of Larvae of *P. destructor*.

The Effect of Larval Age on Its Susceptibility to Phorate: Observation of figure 2, Experiment I, shows that a break occurred in the effectiveness of phorate to kill the insect larvae following application in the period between the sixth and eleventh days after oviposition. In Experiment II where applications of the toxicant were made every day for a period of 11 days beginning on the first day of oviposition the mortality curve was similar to Experiment I. The data indicate that in Experiment II a decided drop in mortality occurred from the eighth to the eleventh days. The increase in larval survival occurred during the period of the second instar.

Table 4  
Apparent Resistance of Second and Third Instar Larvae of *Phytophaga destructor* (Say) to Phorate<sup>1</sup>

Phorate Rate Pounds Toxicant Per Acre	Infestation	
	Percent Plants Infested	Pupae Per 100 Plants
None (check)	83	430
1	76	380
2	73	310
4	71	350
8	74	370

<sup>1</sup> Differences are statistically non-significant.

From further studies in which second and third instar larvae of *P. destructor* were subjected to high dosages of phorate, observation of the data (table 4.), shows that even at the high rate of toxicant equivalent to 8 pounds of phorate per acre there was no statistically significant reduction in the survival of these older larvae.

### Summary and Conclusions

Greenhouse studies on the toxicity of phorate and other systemic insecticides to *Phytophaga destructor* (Say) showed the first instar larvae to be very susceptible to phorate poisoning. Ninety-eight percent were killed with a dosage of only 0.05 pound of actual phorate per 100 pounds of seed. Although 100 percent of the larvae were killed with Di-Syston at the rate of 0.375 pound of toxicant per 100 pounds of seed, the mortality dropped to 76 percent at 0.187 pound. Dimethoate was slightly less toxic than Di-Syston. Other materials tested gave either erratic results or were ineffective.

Phorate applied to the soil in greenhouse flats at a rate equivalent to one pound of toxicant per acre gave 100 percent control of larvae where oviposition took place from 30 to 32 days after treatment. Wheat seeded 60 days after treatment with rates of one and two pounds of phorate per acre was not protected from larval infestation. However, at a dosage of four pounds per acre enough toxicant remained in the soil 60 days later to kill 30 to 55 percent of the larvae.

The type of soil in which the wheat was grown was found to be a factor in the effectiveness of phorate in killing larvae of *P. destructor*. A higher rate was required in a highly organic muck type of soil than in sandy and silty clay-loam soils, suggesting that the insecticide was bound to the organic portion of the soil and not available to the plant.

Although the young larva is very susceptible to phorate poisoning, studies showed that the second and third instars were not affected by the insecticide at rates as high as eight pounds of toxicant per acre.

From the data obtained in this study and from another paper recently published on field studies (Wilson et al. 1960), it is concluded that the use of a systemic insecticide, particularly phorate, is an effective means of preventing damage to early seeded wheat by *P. destructor*. It is of particular value for the farmer who desires to seed his wheat before the fly-free date so that he can obtain abundant forage for pasture. It will be especially useful to farmers who live in areas where *Phytophaga* resistant varieties are not adaptable, or to growers who for certain reasons may want to grow nonresistant varieties.

### LITERATURE CITED

- BIGGER, J. H. 1959. Should we recommend systemic insecticides for hessian fly control? (panel discussion a. Illinois). Proc. North Cent. Branch Ent. Soc. Amer. 14: 43—44. — BROWN, Harry E. 1957. Hessian fly control with systemic insecticides. FAO Protect. Bur. 5 (10): 149—155. — BROWN, Harry E. 1959. Should we recommend systemic insecticides for hessian fly control? (panel discussion b. Missouri). Proc. North cent. Branch Ent. Soc. Amer. 14: 44—45. — CARTWRIGHT, W. B. and D. W. LAHUE. 1944. Testing wheats in the greenhouse for hessian fly resistance. Jour. Econ. Ent. 37 (3): 385—387. — GUYER, Gordan E., Hubert M. BROWN and Arthur WELLS. 1958. An evaluation of systemic insecticides for control of hessian fly in Michigan. Mich. Agr. Exp't. Quart. Bul. 40 (3): 595—602. — KIRK, R. E. and M. C. WILSON. 1960 a. The effect of seed treatments with phorate and other systemic insecticides on the germination of wheat. Jour. Econ. Ent. (in press). — KIRK, R. E. and M. C. WILSON. 1960 b. The effect of soil type and moisture on the germination of wheat seed treated with phorate. Jour. Econ. Ent. (in press). — LICHTENSTEIN, E. P. and K. R. SHULTZ. 1959. Persistence of some chlorinated hydrocarbon insecticides as influenced by soil types, rate of application, and temperature. Jour. Econ. Ent. 52 (1): 124—131. — WILSON, M. Curtis. 1959. Should we recommend systemic insecticides for hessian fly control? (panel discussion c. Indiana). Proc. North Cent. Branch Ent. Soc. Amer. 14: 45—46. — WILSON, M. C., H. F. HODGES, R. L. GALLUN and R. E. KIRK. 1960. The use of phorate to control aphids and the hessian fly on winter wheat. Jour. Econ. Ent. 53 (2): 197—200.



# SEKTION VIII

## FORSTENTOMOLOGIE

### PHÄNOLOGISCHE LABILITÄT BEI FICHTEN-BUSCHHORNBLATTWESPEN (*HYMENOPTERA*, *DIPRIONIDAE*) UND IHR EINFLUSS AUF DEN MASSENWECHSEL

WALTER THALENHORST

Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Göttingen

In langfristigen Untersuchungen an *Gilpinia abieticola* (D. T.), *G. polytoma* (Htg.) und *G. hercyniae* (Htg.) sind Eigentümlichkeiten des phänologischen Verhaltens dieser Arten beobachtet worden, die sich auf das Schicksal der Generationen und damit auf den Massenwechsel auswirken können. Die Untersuchungsergebnisse sind dadurch besonders aufschlußreich, daß die genannten Arten trotz wesentlicher gemeinsamer Züge ihrer Phänologie doch gewisse spezifische Unterschiede in ihrem Verhalten zeigen.

Die gemeinsamen Grundlinien der Phänologie der Fichten-Buschhornblattwespen sind in einer früheren Veröffentlichung näher dargestellt worden (Thalenhorst 1955). Es existieren nebeneinander:

ein bivoltiner Generationszyklus:

Imagines im Mai und Ende Juli/Anfang August; Larven Mitte Mai bis Ende Juli („Frühjahrgeneration“) und Anfang August bis Mitte Oktober („Herbstgeneration“);

ein univoltiner Generationszyklus:

Imagines im Juni, Larven Mitte Juni bis Anfang September („Sommergeneration“).

Diese Zyklen sind nicht streng voneinander getrennt. Die Generationsfolge kann beliebig vom einen in den anderen hinüberwechseln; es können sogar durch Überliegen mehrere Generationen übersprungen werden. Die Generationsverhältnisse der Fichtenbuschhornblattwespen sind also anscheinend mehr oder weniger labil.

Es ist zu fragen:

1. wodurch die Generationsfolge jeweils festgelegt wird;
2. ob *abieticola*, *polytoma* und *hercyniae* sich in dieser Hinsicht unterschiedlich verhalten;
3. wie sich eine solche phänologische Labilität auf den Massenwechsel auswirken kann.

Über die Methodik der Untersuchungen s. Thalenhorst 1955, 1958 und 1960.

#### Zu 1.

Erwartungsgemäß wird auch die Phänologie der Fichten-Buschhornblattwespen weitgehend durch klimatische Faktoren bestimmt. Das gilt nicht nur für die Phänologie (Erscheinen der Stadien, Entwicklungs- und Lebensdauer) jeder einzelnen Generation, sondern auch für die Regelmäßigkeit oder Unregelmäßigkeit der Generationsfolge.

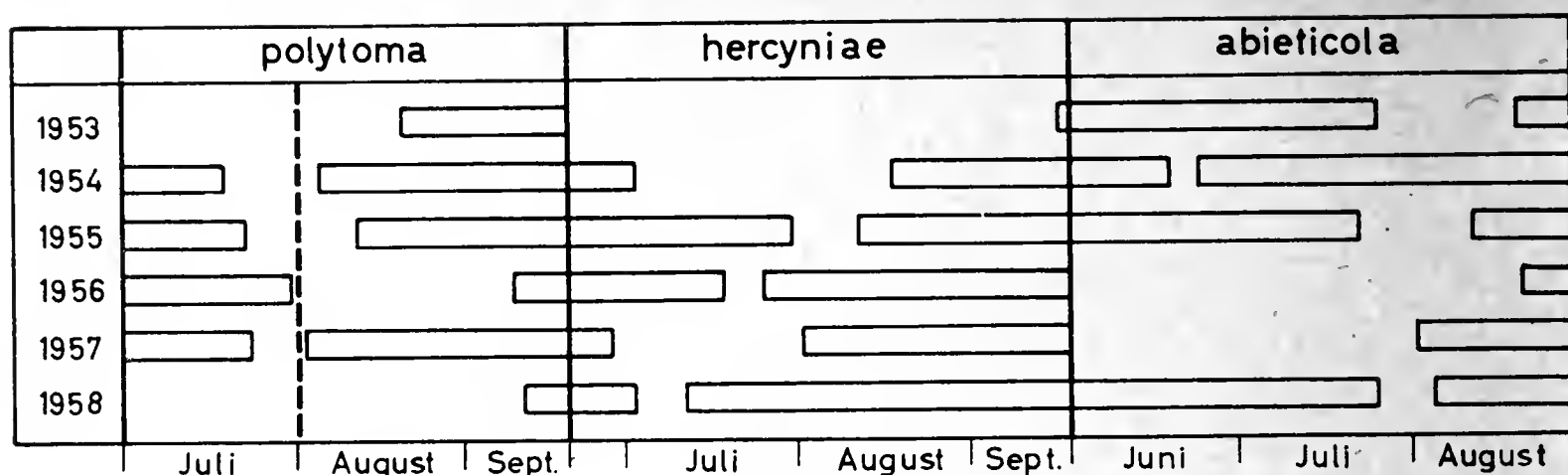


Abb. 1. Lage und Veränderlichkeit der Grenze zwischen Frühjahrs- und Sommergeneration von *Gilpinia polytoma*, *G. hercyniae* und *G. abieticola*. Jeweils linker Balken: Vorkommen erwachsener Larven, die sich noch im selben Jahr zu Imagines entwickelt haben. Jeweils rechter Balken: Vorkommen erwachsener Larven, die sich im selben Jahr nicht mehr zu Imagines entwickelt haben.

Einblick in diese Abhängigkeit gab eine vom Anfang bis zum Ende im Freien durchgeführte Versuchsreihe, in der

vom 9. 4. bis zum 6. 9. 1959 jede Woche einige *hercyniae*-♀♀ zur Eiablage angesetzt, die Junglarven nach dem Schlüpfen einzeln aufgezogen, und auf Grund täglicher Kontrollen die Daten der Häutungen, des Einspinnens und gegebenenfalls des Schlüpfens der Imago registriert wurden.

In dieser Versuchsreihe bildete der 5. August eine deutliche Grenze. Fast alle Tiere (mit wenigen Ausnahmen), die sich bis zu diesem Tage eingesponnen hatten, schlüpften noch im selben Jahr als Imagines, zeugten anschließend Nachkommen und bildeten mit diesen Nachkommen den bivoltinen Zyklus.

Ausnahmen lassen auf genetisch bedingte Unterschiede schließen. Einzelne Individuen unterscheiden sich im Ablauf ihrer Entwicklung als Ei und Larve so gut wie gar nicht von ihren Geschwistern, folgen aber nicht dem bivoltinen Zyklus, sondern treten in Diapause ein. Sie überwintern als Eonymphen, schlüpfen gewöhnlich erst im Sommer des folgenden Jahres und schließen sich damit dem univoltinen Zyklus an.

Kein einziges der Tiere, die sich nach dem 5. August eingesponnen haben, ist noch im selben Jahr geschlüpft, sondern alle sind als Eonymphen in den Winter gegangen.

Aus diesen Beobachtungen entstehen neue Fragen:

- welche Faktoren über Weiterentwicklung oder Diapause entscheiden;
- auf welches „kritische“ Entwicklungsstadium der Blattwespen diese Faktoren einwirken;
- ob überhaupt der 5. August oder etwa ein anderer Tag das „kritische Grenzdatum“ darstellt.

Leider kann z. Zt. noch keine dieser Fragen endgültig beantwortet werden.

## Zu 2.

Daß sich *Gilpinia abieticola*, *G. polytoma* und *G. hercyniae* nach der Lage und der Verschiebbarkeit der oben genannten Grenze unterscheiden, ist aus Abb. 1 zu ersehen. Sie ist nach den drei Arten und nach Jahren unterteilt.

Unter jedem Artnahmen zeigt in jeder Reihe

der linke Balken: bis zu welchem Tage nachweislich erwachsene Blattwespenlarven vorgekommen sind, die sich noch im selben Jahr zu Imagines entwickelt haben;

der rechte Balken: von wann ab erwachsene Larven vorhanden gewesen sind, die sich nicht mehr im selben Jahr, sondern erst nach der Überwinterung zu Imagines ent-

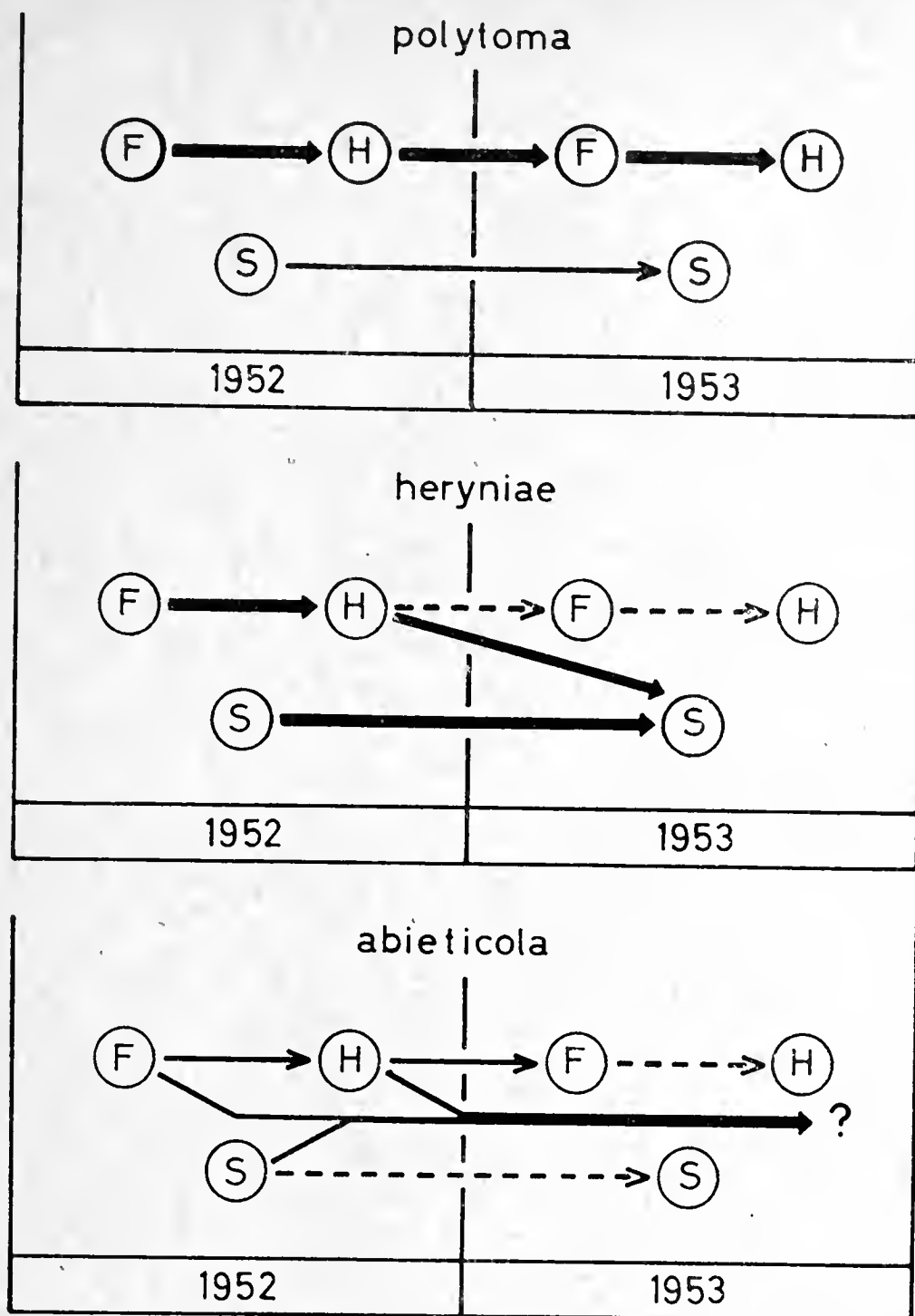


Abb. 2. Generationsfolgen von *Gilpinia polytoma*, *G. hercyniae* und *G. abieticola* in den Jahren 1952/53. F: Frühjahrsgeneration. H: Herbstgeneration. S: Sommergeneration.

wickelt haben; gleichgültig, in welchen Generationszyklus sie dann eingetreten sind. Einzelne vorzeitig auftretende Überlieger sind in Abb. 1 nicht berücksichtigt worden.

Zwischen den beiden Balken muß also jeweils irgendwo jene Grenze liegen, die zwischen Weiterentwicklung und Diapause, zwischen Frühjahrsgeneration und Sommergeneration, zwischen bivoltinem und univoltinem Zyklus trennt.

Daß der Abstand zwischen den Balken zuweilen recht groß ist, ist methodisch bedingt: in dieser Zeitlücke sind entweder keine erwachsenen Larven gefunden oder überhaupt keine Fänge durchgeführt worden.

Im *polytoma*-Feld läßt sich unter dem 1. August eine gerade Linie ziehen, die in allen Jahren zwischen den Balken liegt. Sie repräsentiert offenbar die gesuchte Grenze. Die Geradlinigkeit bedeutet, daß die Grenze nach den bisherigen Beobachtungen für jedes Jahr gelten kann. Sie wäre also konstant, und das würde wiederum bedeuten, daß sie wahrscheinlich durch einen Faktor bestimmt wird, der selbst einen konstanten Zyklus einhält: z. B. durch das Tageslicht.

In den beiden anderen Feldern (*hercyniae* und *abieticola*) kann man keine solche gerade Linie ziehen. Die Lücken zwischen den Balken sind zu weit gegeneinander verschoben

und können sogar im selben Jahr (1958) bei *hercyniae* und *abieticola* an sehr verschiedenen Kalenderdaten liegen. Die Grenzen zwischen Weiterentwicklung und Diapause sind also bei diesen beiden Arten weder konstant noch identisch. Sie werden hier offenbar durch Faktoren bestimmt oder zumindest beeinflußt, die sich von Jahr zu Jahr verändern. Außerdem reagieren die beiden Arten anscheinend verschieden.

Es existiert endlich in allen Fällen eine zweite Grenze, die (ungefähr Ende August/Anfang September) die erwachsenen Larven der Sommer- und der Herbstgeneration voneinander trennt. Die Beobachtungen und Versuche sind nach dieser Seite hin noch nicht abgeschlossen; man wird aber ähnliche Verhältnisse erwarten dürfen, wie sie vorstehend beschrieben worden sind.

Als Fazit ergibt sich, daß *Gilpinia polytoma* in ihrem phänologischen Verhalten sehr stabil ist, daß dagegen *G. hercyniae* und *G. abieticola* in dieser Hinsicht ausgesprochen labil veranlagt sind. Die Unterschiede sind offenbar darin begründet, daß die drei Arten in kritischen entwicklungsphysiologischen Momenten auf verschiedene klimatische Faktoren reagieren. Eine nähere Kausalanalyse steht noch aus; man wird dabei u. a. auch die spezifischen Unterschiede in der Temperatur-Entwicklungs-Relation berücksichtigen müssen.

### Zu 3.

Innerhalb eines an anderer Stelle (Thalenhorst 1960) genauer beschriebenen Fluktuationsabschnittes konnten mehrfach Einflüsse der phänologischen Labilität auf den Massenwechsel von *Gilpinia hercyniae* und *G. abieticola* nachgewiesen werden. Hier wird nur ein besonders deutlicher Fall herausgegriffen, der sich beim Übergang von 1952 auf 1953 ereignet hat.

Abb. 2 zeigt die Generationsverhältnisse.

*polytoma*: im wesentlichen normal im bivoltinen Zyklus; schwach ausgeprägter univoltiner Zyklus.

*hercyniae*: stark ausgeprägter univoltiner Zyklus, verstärkt durch „Sprung“ der Herbstgeneration 1952 in die Sommergeneration 1953. Der bivoltine Zyklus wurde dadurch unterbrochen.

*abieticola*: die Mehrzahl der Angehörigen aller dreier Generationen trat in eine lange Diapause ein, deren Ende aus den Zuchten nicht zu erkennen war. Der bivoltine Zyklus setzte sich erst ab Spätherbst 1952 wieder stärker durch.

Folgen dieses phänologischen Verhaltens werden in einer auffällig starken Abnahme der Populationsdichte der Larven vom Herbst 1952 zum Frühjahr 1953 gesehen (Einzelheiten: Thalenhorst 1960, Abb. 3). Die Frühjahrsgeneration 1953 war sogar noch schwächer vertreten als die Sommergeneration dieses Jahres. Man darf natürlich nicht außer acht lassen, daß bei diesen Vorgängen auch Mortalitätsfaktoren der verschiedensten Art mit im Spiele sind. Immerhin kann — als Bestätigung — bis zu einem gewissen Grade der Verbleib der ausgefallenen Generationen nachgewiesen werden: so hat es den Anschein, daß die *abieticola*-Überlieger im Spätsommer 1953 geschlüpft sind und den Anteil dieser Art zur Herbstgeneration 1953 sprunghaft und zu ungewöhnlicher Stärke erhöht haben.

Es liegt nahe, die extremen Abweichungen von der normalen Generationsfolge 1952/53 mit Abnormitäten der Witterung, insbesondere etwa mit dem Vorkommen mehrerer längerer Perioden unterdurchschnittlicher Temperaturen (Mai, Juni, Juli, September und Oktober 1952) in Verbindung zu bringen. Die Zusammenhänge müssen erst noch geklärt werden.

Das Überliegen ganzer Generationen braucht nur einen vorübergehenden Ausfall zu bedeuten, es kann aber unter Umständen dadurch zu einem Totalverlust führen, daß die Überlieger im Kokonlage über einen verlängerten Zeitraum hin ihren dort vorhandenen



Feinden ausgesetzt sind. Auf diese Weise sind schon Massenvermehrungen von Kiefern-Buschhornblattwespen zusammengebrochen (s. Thalenhorst 1951, S. 37). Entscheidend für die Auswirkung der phänologischen Labilität ist also offenbar, wie durch sie im Einzelfall die Koinzidenz einer Generation mit biotischen und abiotischen Umweltfaktoren verschoben, aufgehoben oder neu hergestellt wird. Populationsdynamisch gesehen entwirft also die phänologische Labilität eine Kausalkette, deren Anfang von klimatischen Faktoren gebildet wird (siehe „zu 1“ und „zu 2“). Damit können dichte-unabhängige Faktoren eine Schlüsselstellung im Massenwechsel der Fichten-Buschhornblattwespen bekommen.

Es ist endlich zu erwarten, daß die spezifischen Unterschiede der phänologischen Labilität sich in spezifischen Unterschieden des populationsdynamischen Verhaltens widerspiegeln. Das müßte vor allem dann deutlich hervortreten, wenn vergleichende Untersuchungen in klimatisch verschiedenen Gebieten durchgeführt werden.

Die hiermit angeschnittenen größeren Probleme sind noch nicht so weit gelöst, daß abgeschlossene Ergebnisse vorgelegt werden könnten.

### LITERATUR

- THALENHORST, W.: Die Koinzidenz als gradologisches Problem. Eine synökologische Studie. Z. angew. Entom. 32, 1—48, 1951. — THALENHORST, W.: Zur Kenntnis der Fichten-Blattwespen. III. Die Apparenzen der *Diprionini*. Z. Pflanzenkrankh. 62, 353—361, 1955. — THALENHORST, W.: Zur Kenntnis der Fichtenblattwespen. V. Die Populationsdichte der *Nematini*: Niveau und Fluktuationen. Z. Pflanzenkrankh. 65, 577—591, 1958. — THALENHORST, W.: Zur Kenntnis der Fichtenblattwespen. VI. Die Populationsdichte der *Diprionidae*: Niveau und Fluktuationen. Z. Pflanzenkrankh. 67, 513—524, 1960.

## ÖKOLOGISCHE WECHSELBEZIEHUNGEN ZWISCHEN DER KLEINEN FICHTENBLATTWESPE *PRISTIPHORA ABIETINA* (CHRIST) UND DER FICHTENKNOSPE

BERNHART OHNESORGE

Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Göttingen

Es ist eine bekannte Erscheinung, daß die Kleine Fichtenblattwespe *Pristiphora abietina* bei ihrer Eiablage stets die Spitze und die obersten Zweige der Fichtenkronen und dort wiederum jeweils die Terminalknospen bevorzugt, so daß im Falle einer Gradation diese Teile zuerst vernichtet werden. Man hat diese Erscheinung auf ein besonderes Licht- und Wärmebedürfnis der Blattwespe zurückgeführt, welches das eiablagebereite Weibchen veranlassen soll, die am meisten besonnten Teile der Krone aufzusuchen. Nun wurden aber in eigenen Zuchtversuchen die Spitzenknospen auch dann stets am meisten mit Eiern belegt, wenn sie sich nicht in einer bevorzugten Stellung zum Licht befanden, also bei diffuser Beleuchtung oder bei seitlichem Lichteinfall. Das Licht kann demnach nicht als der einzige richtende Faktor angesehen werden, vielmehr müssen noch andere Momente bei der Brutstättenwahl eine Rolle spielen.

Die Spitzenknospen zeichnen sich durch zwei Besonderheiten aus:

- a) durch ihre apikale Stellung am Zweig,
- b) durch ihre besondere Größe.

Beide Attribute habe ich im Sommer 1958 im Hinblick auf ihren Orientierungswert für *Pr. abietina* gegeneinander getestet. Hierzu mußte ich den Versuch so anordnen, daß die zuoberst sitzende Knospe nicht, wie es im Freiland die Regel ist, gleichzeitig auch die größte Knospe war. Dies erreichte ich auf zweierlei Weise:

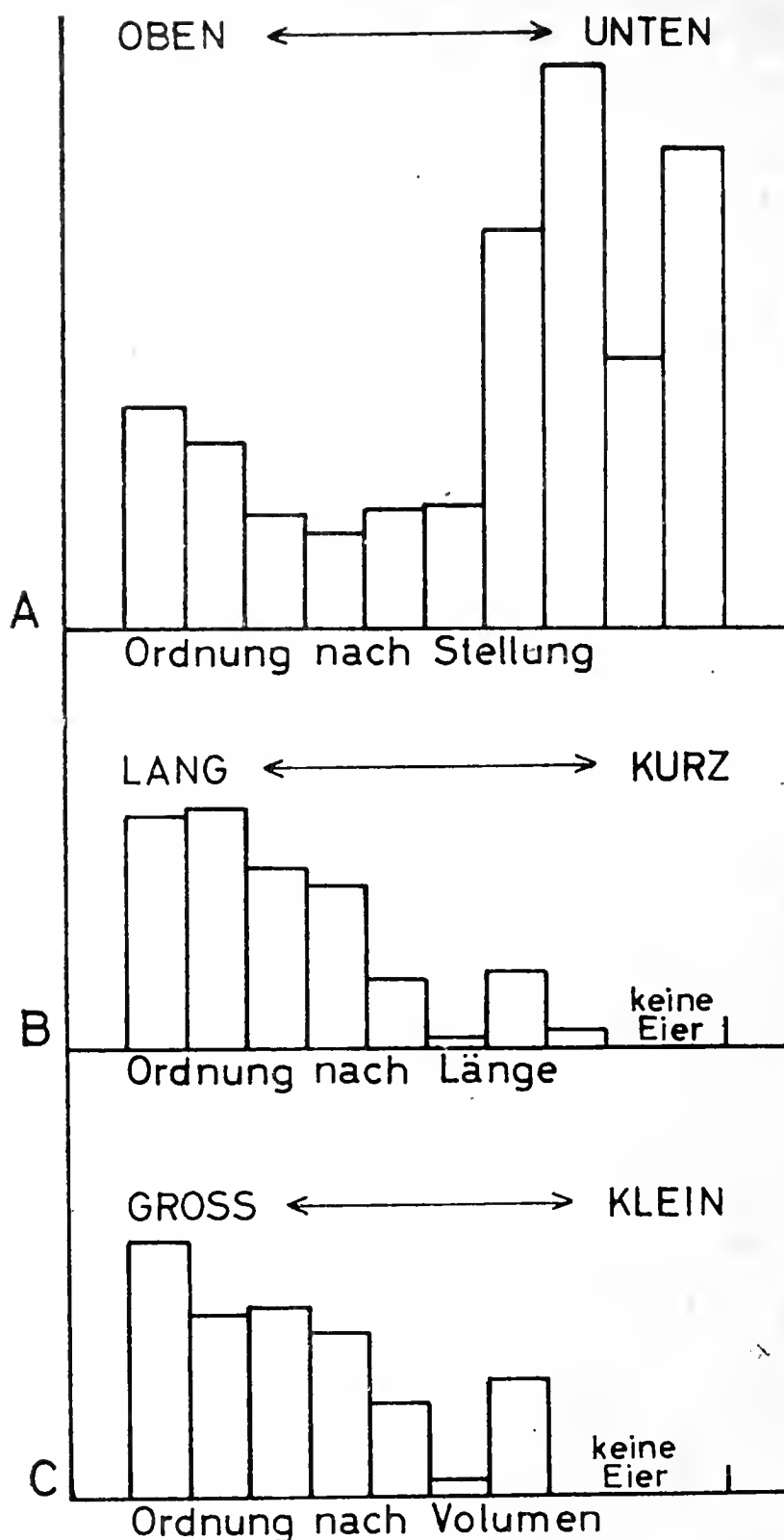


Abb. 1. Verteilung der Eiablage von *Pr. abietina* auf Knospen verschiedener Stellung und Größe.

- A Knospen auf Grund ihrer Stellung angeordnet.
- B Knospen auf Grund ihrer Länge angeordnet.
- C Knospen auf Grund ihres Volumens angeordnet.

In einem Fall stutzte ich zwei etwa gleich große Zweige zurecht, indem ich bei einem von ihnen die Gipfelknospe entfernte, so daß eine der weiter basal sitzenden, kleineren Knospen an die Spitze kam, während ich den anderen stark an der Basis kürzte. Beide Zweige wurden dicht nebeneinander so in ein Versuchsgesäß gesteckt, daß sich die kleine Basalknospe des ersten Zweiges über der großen Spitzenknospe des anderen Zweiges befand.

In der anderen Versuchsanordnung verwendete ich Zweige, die im Mai 1957 stark vom Spätfrost geschädigt worden waren. An der Stelle des vernichteten Maitriebes hatte sich ein Büschel kleiner Ersatzknospen gebildet. Diese waren erheblich kleiner als die weiter basal einzeln am Zweig befindlichen Knospen.

In diesen Versuchsanordnungen ließ ich insgesamt 36 *abietina*-Weibchen in Einzelschichten Eier ablegen. Vor Beginn eines jeden Versuchs fertigte ich von den Knospen eine Lageskizze an und maß ihre Länge und ihr Volumen. Auf Grund dieser Untersuchung erhielt jede Knospe 3 Ordnungsnummern:

- eine für ihre Stellung (oberste, zweitoberste, drittoberste usw.)
- eine für ihre Länge (längste, zweitlängste, drittlängste)
- und schließlich eine für ihr Volumen.

Einzelheiten werden in einer späteren Veröffentlichung angegeben. — Nach Abschluß des Versuchs wurde festgestellt, wieviel Eier in jeder Knospe abgelegt worden waren.

Das Ergebnis ist in Abb. 1 zusammengestellt. Aus dem Teil A ist zu ersehen, daß keineswegs die obersten Knospen bevorzugt wurden, sondern vielmehr gerade die untersten, die ja bei dieser besonderen Versuchsanordnung am größten waren. Dagegen ergab sich eine deutliche Abhängigkeit der Verteilung der Eier von der Knospengröße (Abb. 1 B und C). Die kleinsten Knospen blieben stets unbelegt. Es machte keinen großen Unterschied, ob ich als Maß für die Größe der Knospen ihre Länge oder ihr Volumen wählte.

Die Knospengröße ist demnach als Faktor für die Verteilung der Eiablage wesentlicher als die Knospenstellung. Anders ausgedrückt: das Weibchen der Kleinen Fichtenblattwespe bevorzugt bei seiner Eiablage die größten Fichtenknospen, ganz gleich, ob diese sich nun an der Spitze eines Zweiges befinden oder nicht. — Ein richtender Einfluß des Lichtes soll natürlich damit nicht völlig ausgeschlossen werden.

Es blieb die Frage zu klären, wie sich ein *abietina*-Weibchen verhält, dem lediglich kleine Knospen zur Verfügung stehen. Bereits früher hatte ich in Zuchtversuchen mit anderer Fragestellung den Eindruck gewonnen, daß sie in diesem Fall relativ wenig Eier ablegen. Diese Beobachtung prüfte ich experimentell nach: 64 *abietina*-Weibchen wurden in Einzelzucht gehalten, und zwar erhielt ein Teil der Tiere als Brutsubstrat nur kleine Knospen, ein anderer Teil auch mittlere, und der Rest hatte wenigstens eine große Knospe zur Verfügung. Als Maß für die Knospengröße diente ein aus Länge mal Breite mal Breite in mm berechnetes relatives Knospenvolumen. Die eingezwängerten Weibchen erhielten alle 3 Tage frische Knospen. Nach ihrem Tode wurden sie seziiert, und es wurden die noch in ihrem Abdomen verbliebenen Eier und Eianlagen ausgezählt. Auf diese Weise ließ sich die Gesamtproduktion der Versuchstiere an Eiern und Eianlagen ermitteln. Sie wurde durch die Qualität des zur Verfügung stehenden Brutsubstrates nicht eindeutig beeinflußt. Dagegen zeigte sich ein deutlicher Einfluß der Knospengröße auf den Prozentsatz der abgelegten Eier (Tab. 1).

Tabelle 1

Eiproduktion und -ablage von *abietina*-Weibchen, die auf kleinen bzw. mittleren bzw. großen Knospen gehalten worden waren.

Relative Knospengröße mm <sup>3</sup>	Zahl der Weibchen n	Gesamtzahl von Eiern und Anlagen je Weibchen	abgelegte Eier %	reife Eier im Abdomen %	Summe ausgereifter Eier %	Eianlagen %
400	21	98	14	19,5	33,5	66,5
400—800	18	83	19	16,5	35,5	64,5
800	25	104	28	14	42	58

Die Tiere auf den großen Knospen legten im Durchschnitt doppelt so viel reife Eier ab als die Tiere auf den kleinen Knospen. Darüber hinaus ist bei ihnen die Gesamtsumme der ausgereiften Eier — einschließlich der abgelegten — besonders groß; jedoch ist in dieser Hinsicht die Differenz zu den Kleinknospentieren geringer.

Die Größe der Fichtenknospen erweist sich somit als ein nicht zu unterschätzender Fertilitätsfaktor für die Kleine Fichtenblattwespe. In dieser Eigenschaft kann sie unter gewissen Umständen auch wesentlich in den Massenwechsel der Kleinen Fichtenblattwespe eingreifen. Fichten, die stark von der Blattwespe befallen werden, bilden nämlich im darauffolgenden Jahr kleinere Knospen aus als unbeschädigte Fichten. Abb. 2 stellt 4 Fichtenzweige aus einer mäßig befallenen Kultur schematisch dar. Der Zweig A ist völlig unbeschädigt, der Zweig B hat im Vorjahr einen Teil seiner Nadeln durch die

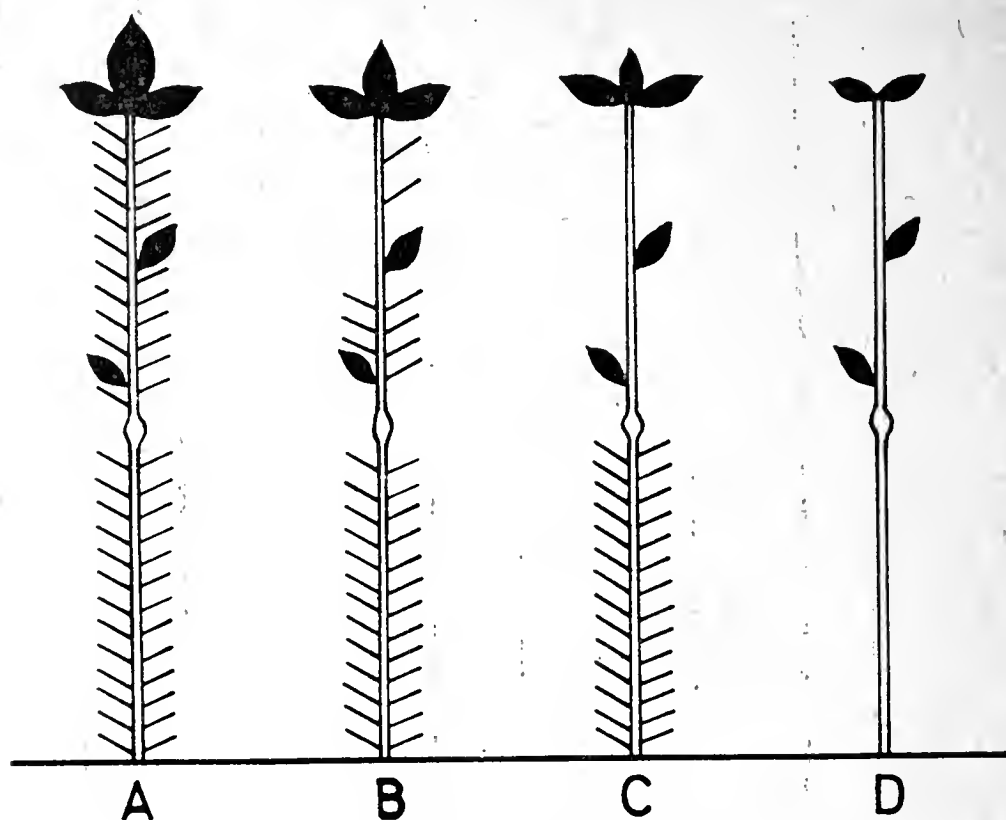


Abb. 2. Auswirkungen des Blattwespenfraßes auf die Größe der im Folgejahr gebildeten Knospen (Erklärung im Text).

Kleine Fichtenblattwespe verloren, der Zweig C hat den gesamten letzten Nadeljahrgang eingebüßt, und der Zweig D hat sogar die beiden letzten Nadeljahrgänge verloren. Die Zeichnung wurde auf Grund einer Reihe von Stichprobenmessungen in einem kleinen Fraßherd bei Göttingen angefertigt. Es läßt sich die Auswirkung des Blattwespenfraßes auf die Knospengröße erkennen. Gerade die Spitzenknospe und die ihr zur Seite stehenden beiden Begleitknospen, die ja bei gesunden Fichtenzweigen am größten sind, reagieren am stärksten auf den Blattwespenfraß. Während die ohnehin kleinen Basalknospen in allen vier Zweigen ungefähr gleich groß sind, beträgt das Volumen der Spitzenknospen an Zweigen des Typs C nur noch ein Viertel vom Volumen der Spitzenknospen an gesunden Zweigen. An Zweigen des Typs D vertrocknet die Spitzenknospe schon vor dem Austreiben.

Die Folge davon ist, daß in stark befressenen Fichtenbeständen weit weniger große Knospen zu finden sind als in unbefressenen Beständen. Tabelle 2 stellt die Verteilung von Fichtenknospen, die ich stichprobenweise aus der Spitzenregion dreier Bestände entnommen hatte und die zur Untersuchungszeit gerade befallsfähig waren, auf drei Größenklassen dar.

**Tabelle 2**  
Verteilung von Fichtenknospen auf drei Größenklassen.

Bestand	Zahl der gemessenen Knospen n	Knospen in der Größenklasse (rel. Knospenvolumen)		
		400 %	400—800 %	800 %
Ältere Dichtung, unbefallen .....	88	30	60	10
Ältere Dichtung, seit 2—3 Jahren stärker befallen. Fraßherd Wolfenbüttel.....	138	56	30	14
Junges Stangenholz, seit Jahren schwerster Fraß. Fraßherd Wolfenbüttel .....	37	94	6	—

In dem stark befallenen Stangenholz sind keinerlei große Knospen und nur noch ganz wenige mittlere Knospen zu finden. Das heißt also, in diesem Bestand haben sich die Brutmöglichkeiten für die Kleine Fichtenblattwespe wesentlich verschlechtert.



Wie sich diese Erscheinung auf den Massenwechsel der Kleinen Fichtenblattwespe auswirkt, geht aus der folgenden Beobachtung hervor. In dem erwähnten Fraßherd Wolfenbüttel bei Braunschweig stellten wir einen starken Rückgang der Populationsdichte von 1955 auf 1956 fest. Wir konnten diesen Rückgang nicht mit einer Zunahme der Parasitierung oder der Tätigkeit räuberischer Feinde und auch nicht mit dem Auftreten von Krankheiten erklären. Ein Vergleich zwischen den Populationsdichten der Imagines, Eier, Junglarven, Altlarven und frisch gesponnenen Kokons im Jahr 1955 einerseits und im Jahr 1956 andererseits ergab, daß 1956 zwar ungefähr ebensoviel Wespen geschlüpft waren wie 1955, daß diese Wespen aber erheblich weniger Eier abgelegt hatten als im Vorjahr. Schlechtwetterperioden, die etwa die Eiablage hätten stören können, wurden während der Flugzeit 1956 nicht beobachtet. Es bleibt als letzte Erklärung die Annahme, daß die durch die Kleine Fichtenblattwespe selbst bewirkte Verschlechterung des Brutsubstrates den Rückgang der Populationsdichte in Wolfenbüttel veranlaßt hat. Unbekannt ist, ob die Blattwespenweibchen aus den geschädigten Beständen, die ihnen nicht mehr ausreichend Brutmöglichkeiten boten, abwanderten, oder ob sie blieben und lediglich weniger Eier ablegten. Für das Zutreffen der ersten Alternative spricht, daß Naturverjüngungsforste, die dem Fraßherd vorgelagert waren und in den Vorjahren kaum gelitten hatten, im Jahre 1956 sehr stark befallen wurden.

Wahrscheinlich läßt sich auch die mehrfach beobachtete, wiederholte Verlagerung des Schwerpunktes bei langandauernden *abietina*-Gradationen wenigstens zum Teil auf die gleiche Weise erklären. Die Blattwespen finden in den alten Fraßherden nur Brutsubstrat minderer Qualität und wandern entweder in weniger geschädigte, benachbarte Bestände ab oder werden in ihrer Fruchtbarkeit beeinträchtigt.

Die Auswirkungen des Blattwespenfraßes auf die Knospengröße und wiederum die Rückwirkungen der Knospengröße auf die Fruchtbarkeit der Blattwespen stellen somit einen verzögert wirksamen, dichteabhängigen Mechanismus in der Populationsdynamik der Kleinen Fichtenblattwespe dar, der wohl wesentlich zur Regulation der Populationsdichte des Schädlings in den Gradationsgebieten beiträgt. Auch dürfte dieser Mechanismus eine der Ursachen dafür sein, daß die Fichten auch bei lange anhaltenden *abietina*-Gradationen nur in seltenen Fällen abgetötet werden. Die befallenen Bäume verlieren, noch ehe sie tödlich geschädigt wurden, einen guten Teil ihrer Bruttauglichkeit und damit auch ihrer Anziehungskraft für die Blattwespenweibchen.

## WALDSCHÄDLINGSPROBLEME, HERVORGERUFEN DURCH DIE JÜNGSTE ENTWICKLUNG AUF DEM GEBIETE DES WALDBAUES UND DER FORSTBENUTZUNG IN FINNLAND

ESKO KANGAS

Landwirtschafts- und Forstzoologisches Institut der Universität Helsinki

Im Bereich der Forstentomologie entdeckt der Forscher heutzutage in unseren Ländern nur noch selten Insekten, die für die Wissenschaft völlig neu sind. Wenn neue forstentomologische Probleme auftreten, bisher wirtschaftlich bedeutungslose Arten sich zu Waldschädlingen entwickeln, so handelt es sich in dem fraglichen Gebiet entweder um den Anbau von fremden Holzarten oder um die Einbürgerung und Verbreitung eingeschleppter Schädlinge. Unter den außergewöhnlichen forstlichen Verhältnissen der Nordischen Länder — also auch jenen in Finnland — haben die mit der allgemeinen Entwicklung verknüpften Veränderungen in der Waldwirtschaft jedoch forstentomologische und Waldschutzfragen ausgelöst, die weder mit dem Anbau neuer Holzarten, noch mit der Einschleppung von neuen Schädlingen zusam-

menhängen. Anfang der dreißiger Jahre, zum Beispiel, als die Herstellung und Ausfuhr von Sperrholz in Finnland gewaltig anwuchs, wurde die von der Minierfliege *Phytobia* (*Dendromyza*) *betulae* E. Kang. verursachte Braunfleckigkeit des Birkenholzes plötzlich zu einem bedeutenden Problem (Kangas 1935). Es zeigte sich nämlich, daß etwa 50% von dem verarbeiteten Birkenholz braunfleckig waren. Obwohl es sich um eine bis dahin in der Wissenschaft unbekannte Art handelte, gewann die Sache auch damals erst dadurch Bedeutung, daß die ausländischen Käufer diesen Fehler im Birken-sperrholz bemängelten.

Nach dem zweiten Weltkrieg hat die Entwicklung des Waldbaues und der Holznutzung in Finnland jedoch auf ganz andere Weise zu neuen forstentomologischen Problemen geführt, und zwar in erster Linie infolge der durch neue Arbeitsformen und Betriebsmethoden umgewandelten Verhältnisse. Viele bisher wohlbekannte Forstinsekten haben sich bezüglich ihres Vorkommens oder ihrer Bedeutung als Schädlinge für den praktischen Waldbau ganz unvermutet geändert. Die so zustande gekommenen Probleme erfordern nun eine baldige Lösung, zu welchem Zweck in vielen Fällen gründliche Untersuchungen vonnöten waren und immer noch sind.

Die in Finnland ehemals allgemein übliche natürliche Verjüngung der Kiefern- und Fichtenbestände, neben dem bereits in den dreißiger Jahren eingeführten künstlichen Kulturverfahren (Aussaat und Anpflanzung), mußte nach dem zweiten Weltkrieg immer mehr den letztgenannten Verjüngungsmethoden weichen. Hierzu kam noch das Schwenden bei der Herichtung der Verjüngungsflächen (Yli-Vakkuri 1958).

Diese Entwicklung hat in Finnland das Problem der *Hylobius abietis*-Schäden, das in Mitteleuropa schon als überwunden gelten dürfte, in den Vordergrund gerückt. Diese auch in den anderen nordischen Ländern sehr brennend gewordene Frage ist nunmehr mit gemeinsamen Kräften in allen diesen Ländern in Angriff genommen worden (Kangas 1958), und es muß gesagt werden, daß die nunmehr seit fünf Jahren laufenden Untersuchungen auch ganz erhebliche neue Erkenntnisse gezeitigt haben. Diese Forschungsarbeit wird die Grundlage für die Lösung der *Hylobius*-Frage in den nordischen Ländern bilden und ihre Resultate werden in Bälde im Druck erscheinen. Ohne hier auf die Ergebnisse der erwähnten internordischen Forschungsarbeit näher einzugehen, will ich nur hervorheben, daß in bezug auf Finnland die durch *Hylobius abietis* verursachten Schäden in manchen Gegenden geradezu verheerend gewesen sind, und zwar ausgesprochen auf den geschwendeten Verjüngungsflächen. In der Zeit der natürlichen Verjüngung der Nadelwälder ist *Hylobius abietis* L. in Finnland als Waldschädling bedeutungslos gewesen (z. B. Kangas 1937). Erst mit der Zunahme der künstlichen Verjüngung durch Pflanzung und teils auch mit der Anwendung des Schwendens zum Vorbereiten der Verjüngungsflächen ist *Hylobius* als Schädling in Erscheinung getreten. Außer *Hylobius abietis* sind auch *Hylobius pinastri* Gyll. und einige *Hylastes*-Arten (u. a. *H. brunneus* Er. und *cunicularius* Er.), die in Finnland früher als Schädlinge keine Rolle spielten (vgl. z. B. Kangas 1937), zu beachtenswerten Schadinsekten geworden. Auf den abgebrannten Verjüngungsflächen hat sich auch hinsichtlich der Aussaat eine neue Schwierigkeit eingestellt, nämlich das nicht selten hundertprozentige Zugrundegehen der Samen bei der Plätzeaat. Die Klärung dieser recht erheblichen Schäden ist zur Zeit noch im Gange (Dr. Yli-Vakkuri), und es dürfte kaum lange dauern, bis mindestens vorläufige Resultate publiziert werden können.

Eine ebenso durchgreifende Änderung in der Schädlingsfrage ergab sich nach dem zweiten Weltkrieg in Finnland durch die neuen Nutzungs- (Fällungs- und Transport-) Verfahren. Die wesentlichsten Veränderungen in dieser Hinsicht sind folgende:

1. An Stelle der ausschließlichen Winterfällung tritt mehr und mehr die Sommerfällung.
2. Während früher nur bei Schnee transportiert wurde, tritt immer mehr der Auto-transport, das ganze Jahr hindurch, in den Vordergrund.
3. Damit im Zusammenhang wird eine Zwischenlagerung des Holzes während der Wachstumsperiode erforderlich.
4. Das Rohholz wird nunmehr im Verarbeitungswerk entrindet, was früher schon gleich bei der Fällung oder spätestens bei der Zwischenlagerung geschah.

5. Das Holz wird immer mehr gebündelt geflößt, wobei stets ein Teil der ungeschälten Stämme (das obere Fünftel oder Viertel des Bündels) auch beim Flößen über der Wasseroberfläche verbleibt. Ferner wird auch in den Sägewerken nach Möglichkeiten gesucht, die nicht entrindeten Stämme bis zum Verschnitt trocken zu lagern, während sie bisher gewöhnlich im Wasser gehalten wurden.

Die soeben kurz umrissene Entwicklung in der Beschaffung und Lagerung des Rohholzes hat eine ganze Reihe verschiedener Waldschäden- und Forstschädlingsfragen mit sich gebracht, die ehemals in Finnland überhaupt keine oder nur eine untergeordnete Rolle spielten. Es ist in diesem Zusammenhang nicht möglich, auf alle näher einzugehen. Ich will deshalb neben einigen Hinweisen allgemeiner Art, nur einige Beispiele herausgreifen.

So ist zunächst einmal die Gefahr des durch Borkenkäfer (*Scolytidae*) verursachten Verblauens in Finnland früher fast ganz ohne Bedeutung gewesen. Viele Wegbereiter der Blaufäule (*Blastophagus* spp., *Ips acuminatus* Gyll., *I. typographus* L., *I. duplicatus* Sahlb.) hatten nur insofern Bedeutung, als sie bei Kiefer und Fichte zur Wurmtrocknis führten (Kangas 1934, 1946). Heutzutage, wo in der Wachstumsperiode Holz gefällt und gelagert wird, sind zu diesen Wegbereitern der Blaufäule auch noch einige bisher ganz bedeutungslose Borkenkäfer hinzugekommen (z. B. *Hylurgops palliatus* Gyll., *Orthotomicus* ssp.). Die Anlockung aller dieser Arten zu ihrem Brutmaterial wird zur Zeit eingehend untersucht. Auch sind zur praktischen Lösung dieser ganz wichtigen Verblauungsfrage in Finnland sowie auch in anderen nordischen Ländern in letzter Zeit zahlreiche wohl-gelungene Versuche zum Schutze des gelagerten Holzes durch Bespritzung mit verschiedenen Insektiziden durchgeführt worden (Kangas und Salonen 1960). Mit diesem Problem eng verknüpft ist auch die Bekämpfung der das gebündelte Triftholz bedrohenden Arten sowie die Spätbrüter überhaupt (*Pissodes* spp., *Monochamus* spp., *Siricidae* spp.) und ebenso der Schutz des ungeschälten Holzes im allgemeinen.

Eine besondere Schwierigkeit bilden die in Finnland früher fast belanglosen *Monochamus*- sowie *Siricidae*- (*Urocerus*-, *Paururus*-) Arten, die nunmehr zu Waldschädlingen ersten Ranges geworden sind. Die erstgenannten (*M. galloprovincialis* Ol. in der Kiefer, *M. rosenmuelleri* Cederhj. in der Fichte und *M. sutor* L. in beiden Baumarten) befallen das nicht entrindete Holz sowohl in den Triftbündeln wie auch bei der Zwischenlagerung und sogar in den Trockenlagern der Sägewerke. Das biologische Verhalten der *Monochamus*-Arten ist noch nicht in jeder Hinsicht genügend geklärt. So erfordern u. a. die artenweise verschiedenen Schwärm- und Eilegezeiten, die Entwicklungsdauer der Larven, die Länge der Generationen sowie die Art des als Fortpflanzungsmaterial geeigneten Holzes noch eingehende Untersuchungen. Trotz dieser Lücken im biologischen Verhalten sind bereits bei den in Finnland und Norwegen (Bakke 1960) durchgeführten Bekämpfungsversuchen ganz frappante Resultate erzielt worden. Die in Finnland gemachten Versuche, deren Ergebnisse in Kürze veröffentlicht werden (Kangas und Salonen 1960), haben gezeigt, daß die *Monochamus*-Arten hundertprozentig vernichtet werden können. Wir haben bei den Versuchen das schwedische Präparat Witoxyl, eine Ölemulsion, benutzt. Die Experimente wurden auch nach der Legezeit gemacht, waren also gegen die Larven gerichtet. Es hat sich herausgestellt, daß die besten Resultate erzielt werden, wenn zur Zeit des Bespritzens die Larven schon etwas älter sind (etwa II. Stadium). Sehr interessant war eine kleine Versuchsreihe, mit der zu ermitteln versucht wurde, welchen Effekt die Bespritzung auf alte, schon ins Holz eingebaute Larven (*M. sutor*) ausübt. Folgende Resultate wurden erhalten:

	Larven	Im Holz eingebahrt	Unter der Rinde	Tot	Lebend	Ver- schwunden
(1)	%	83,3	16,7	88,9	5,6	5,5
(2)	%	81,8	18,2	63,6	36,4	—



Die erste Versuchsreihe (1) wurde bei schönem Wetter durchgeführt und die Ergebnisse eine Woche später kontrolliert; die zweite Reihe (2) dagegen bei Regenwetter, Kontrolle ebenfalls nach einer Woche. Als Insektizid diente in beiden Fällen zwei-prozentiges Witoxyl 3 B. Das Entwicklungsstadium der Larven war in beiden Versuchsreihen ungefähr gleich, aber die Ergebnisse weisen einen ganz erheblichen Unterschied auf. Die *Monochamus*-Larven befördern ja bekanntlich viel Holzmehl aus ihren Gängen heraus und kriechen daher ständig hin und her. Offenbar hat dieser Umstand viel dazu beigetragen, daß der Erfolg der bei schönem Wetter vorgenommenen Bespritzung so gut war. Bei diesem Versuch befanden sich nämlich 87,5% von den abgestorbenen Larven unmittelbar unter der Rinde und nur 12,5% in den Gängen im Holz, während von den bei Regenwetter getöteten Larven sich nur 35,7% unter der Rinde befanden und 64,3% tiefer im Holz. Auch kann der Regen an sich mitgespielt haben, denn bei dem Schönwetterversuch wurden überlebende Larven nur in den Gängen im Holz angetroffen, während beim Regenwetterversuch 37,5% von den lebenden Larven unter der Rinde saßen, woraus zu schließen ist, daß die Giftwirkung nach dem Spritzen nicht sehr anhaltend gewesen sein kann. — Weitere Aufklärung erfordert insbesondere noch die Abwehr des *Monochamus*-Befalles der beim Flößen über dem Wasser befindlichen Teile der Holzbündel.

Auch die Holzwespen (*Siricidae*) sind zu einem recht bedeutenden Problem geworden. Unsere Kenntnisse über die Biologie dieser Schädlinge sind aber noch viel mangelhafter als jene bei den *Monochamus*-Arten, und eine gründliche Erforschung derselben wäre dringlichst notwendig. Auch die Bekämpfung der Holzwespen ist in der Praxis viel schwieriger zu lösen als bei den *Monochamus*-Arten. Schon bei den letzteren, insbesondere aber bei den Holzwespen kommt außerdem noch ein anderes Problem hinzu, nämlich die Gefahr der Verschleppung im Exportholz (z. B. im Schnittholz usw.) (Kangas 1954). Auch diese Frage müßte dringend geklärt werden. Die Untersuchungen über die Holzwespen stecken in Finnland jedoch noch in den ersten Anfängen, wenn auch schon manche interessante Beobachtungen über ihre Biologie angestellt wurden.

In jüngster Zeit ist noch ein ganz spezielles Problem bezüglich der Holzschädlinge in Gebäuden aufgetaucht, das eigentlich nur wenig und nur indirekt mit der Entwicklung der Forstwirtschaft in unserem Lande zusammenhängt. Ein früher ziemlich belangloses Forstinsekt, *Buprestis haemorrhoidalis* Hbst., ist im Laufe der letzten vier Jahrzehnte fast vollständig in das Holzmaterial von Häusern und sonstigen Bauwerken übergesiedelt (Kangas 1959), und seine Bedeutung als Schädling ist ständig im Wachsen begriffen (vgl. Nuorteva 1954). Es handelt sich hier eher um das Auftreten einer „als Schädling neuen Art“, die ohne äußeren Anlaß an Bedeutung gewonnen hat. Ähnlich verhält es sich auch bei *Anobium thomsoni* Kr., ein Insekt, welches in letzter Zeit weniger im Walde als in Gebäuden auftritt. In beiden Fällen könnte natürlich auch die Intensivierung der Forstwirtschaft mitspielen, indem das ursprüngliche Fortpflanzungsmaterial der betreffenden Art in den Wäldern seltener wird, aber ausschlaggebend dürfte doch die Adaption an den Lebensbereich des Menschen sein (Kangas 1959), in welchem den Arten neuartiges Brutmaterial in fast unbegrenzter Menge zur Verfügung steht. Zur Bekämpfung dieser Gebäudeschädlinge sind bereits wohlgelungene Versuche mit Methylbromid ausgeführt worden (Dr. P. Ekbom). Bis das biologische Verhalten dieser Insekten, insbesondere von *Buprestis haemorrhoidalis*, endgültig aufgeklärt ist, wird aber noch viel Forschungsarbeit erforderlich sein.

Ich habe hier kurz einige in letzter Zeit in Finnland aufgetauchte forstentomologische Probleme berührt, von denen einige auch in anderen Ländern Bedeutung haben. Wir haben jedoch feststellen müssen, daß z. B. die in Mitteleuropa gemachten Beobachtungen keineswegs auch für Finnland Gültigkeit haben, ja nicht einmal die im eigenen Land örtlich erhaltenen Ergebnisse für das ganze Land zutreffen. Die geographisch verschiedenen Voraussetzungen können in vielen Fällen sowohl in der Biologie der Schädlinge wie in der praktischen Be-



kämpfung ganz ausschlaggebende Unterschiede mit sich bringen. In dieser Hinsicht hat u. a. die in den nordischen Ländern gemeinsam durchgeführte *Hylobius-abietis*-Forschung sehr wertvolle Aufschlüsse gegeben.

### LITERATURVERZEICHNIS

- BAKKE, Alf, 1960. Insektskader på ubarket gran og furutømmer i Norge. Summary: Ins et Injuries to Unbarked Spruce and Pine timber in Norway. Meddelelser fra Det norske Skadeforsøksvesen 56. Vollebekk. — KANGAS, Esko, 1934. Tutkimuksia Punkaharjun männiköiden hyönteistuhosta. Referat: Untersuchungen über die Insektenschädigungen der Kiefernbestände in Punkaharju. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 19. 7. Helsinki. — KANGAS, Esko, 1935. Die Braunfleckigkeit des Birkenholzes und ihr Urheber *Dendromyza* (*Dizygomyza*) *betulae* n. sp. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 22. 1. Helsinki. — KANGAS, Esko, 1937. Tutkimuksia mäntytaimistotuhoista ja niiden merkityksestä. Referat: Untersuchungen über die in Kiefernplanzbeständen auftretenden Schäden und ihre Bedeutung. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 24. 1. Helsinki. — KANGAS, Esko, 1946. Kuusikoiden kuivumisesta metsätuho- ja metsänhoidollisena kysymyksenä. Referat: Über die Vertrocknung der Fichtenbestände als Waldkrankheit- und Waldbaufrage. Acta Forestalia Fennica 52. 6. Helsinki. — KANGAS, Esko, 1958. Über die forstzoologischen Probleme in Finnland. Anzeiger für Schädlingskunde, 31. Berlin und Hamburg. — KANGAS, Esko, 1959. Veränderung von als Waldarten vorkommenden Holzinsekten in Anthropochoren. Beiträge zur Vorratsschutzforschung, herausgegeben von der Gesellschaft für Vorratsschutz e. V., Berlin-Steglitz, anlässlich des 75. Geburtstages ihres 1. Vorsitzenden und Begründers Professor Dr. Friedrich Zacher am 18. Juni 1959. — KANGAS, Esko und SALONEN, Kalervo, 1960. Über das Vorkommen von *Monochamus*-Arten als Holzschädling in Finnland und ihre Bekämpfungsmöglichkeiten. Ann. Ent. Fenn. 26, Helsinki. — NUORTEVA, Pekka und Sirkkaliisa, 1954. Das Auftreten holzerstörender Insekten in einigen Schärenkirchspielen Südwestfinnlands. Annales Entomologici Fennici 20. Helsinki. — YLI-VAKKURI, Paavo, 1958. Metsänviljelyn tavoitteet ja saavutukset. (Finnisch.) Metsätaloudellinen Aikakauslehti 1958. Helsinki.

## ÜBER DIE NÜTZLICHKEIT DER ZIMMERBOCK-LARVEN (*ACANTHOCINUS AEDILIS* L.) IM WALDE

MATTI NUORTEVA

Landwirtschafts- und Forstzoologisches Institut der Universität Helsinki

In Finnland hat die zunehmende wirtschaftliche Tätigkeit des Menschen im Walde zu einer wachsenden Schädlingsgefahr geführt. Gegen diese vorbeugende Maßnahmen zu ergreifen ist nicht nur in Anbetracht der langen forstlichen Wirtschaftszeiträume berechtigt, sondern auch deshalb, weil die Umwandlung der natürlich entstandenen Wälder in Wirtschaftswälder immer größere Ausmaße annimmt. So sollte unter anderem versucht werden, solche Mittel zu finden und solche Verfahren zu entwickeln, die es ermöglichen, ohne größere Mehrkosten das Gleichgewicht in der Natur aufrechtzuerhalten und zu stärken.

Nach Abtrieben in Kiefernwäldern erscheint oft der Zimmerbock, *Acanthocinus aedilis* L., dessen Larven unter der Rinde mit den Borkenkäfern und anderen rindenbewohnenden Insekten um die Nahrung konkurrieren und mit ihren Mundwerkzeugen alles Lebende, das ihnen in den Weg kommt (Trägårdh 1939, pp. 70—71; Saalas 1949, p. 279) vernichten.

Diese vernichtende Tätigkeit der Zimmerbocklarven äußerte sich deutlich, als ich im Jahre 1958 die Zahl der Nachkommen der Borkenkäfer in unter sich ähnlichen Fangklötzen ermittelte, die teils in Wäldern mit Zimmerböcken, teils in solchen ausgelegt waren, in denen es keine Zimmerböcke gab. Die Hälfte dieser Fangklötze wurde zu einem bestimmten Zeitpunkt geschält und die in ihnen angetroffenen Insekten gezählt, der Rest in Zuchtkäfigen untergebracht.

Am deutlichsten trat die Wirkung der Zimmerbocklarven in der Zahl der Nachkommenschaft des Großen Waldgärtners, *Myelophilus piniperda* L. zutage, wie dies aus der folgenden Tabelle zu ersehen ist.

	Klötze			
	geschält		in Zuchtkäfigen	
<i>Acanthocinus aedilis</i> :				
Larven bzw. Imagines .....	40	—	4	—
<i>Myelophilus piniperda</i> :				
Fraßbilder .....	106	48	85	37
Nachkommen zusammen .....	135	903	79	516
Durchschnittliche Anzahl der Nachkommen je Fraßbild .....	1,3	18,8	0,9	13,9

In den Klötzen mit Zimmerbocklarven gab es beim Schälen nur noch durchschnittlich 1,3 Nachkommen des Waldgärtners je Fraßbild, in denen ohne Zimmerbocklarven dagegen 18,8. Die Klötze in den Zuchtkäfigen ergaben entsprechend 0,9 und 13,9 Jungkäfer je Fraßbild.

Auch wenn aus den Klötzen weiterhin deutlich zu ersehen war, wie die Borkenkäfer aus den Bereichen der Zimmerbockgänge verschwunden waren, kann die wirkliche Bedeutung der Zimmerbocklarven aus diesen Beobachtungen nicht erschlossen werden, denn in der Natur wirken auf die Borkenkäfernachkommen mehrere vernichtende Faktoren gleichzeitig ein. Erhebliche Bedeutung besitzt in dieser Hinsicht u. a. die Wohndichte des Waldgärtners (vgl. z. B. Nuorteva 1954; Thalenhorst 1958).

Um die vernichtende Wirkung der Zimmerbocklarven rein zu erfassen, zog ich Waldgärtner in insgesamt 8 halbmeterlangen Klötzen, die in Zuchtkäfige gestellt worden waren. Die Hälfte der Klötze war dünn, die anderen dick berindet. Jedem zweiten Klotz wurden Zimmerböcke zur Eiablage beigegeben, und zwar zu gleicher Zeit, wie sie auch in der Natur aufzutreten begannen. Eine Besichtigung der Klötze nach beendeter Zucht ergab in beiden Gruppen dieselbe Frequenz für die Muttergänge des Waldgärtners, denn in den Klötzen mit Zimmerböcken wurden insgesamt 87, in den anderen 88 solche Gänge gefunden. Auch die mittlere Länge der Muttergänge war in beiden Fällen fast die gleiche, 8,72 und 8,61 cm. Diese beiden Umstände haben ja Bedeutung für die Nachkommenszahlen. Weiter erwies es sich, daß auch in den Klötzen mit Zimmerbocklarven die Larvengänge der Waldgärtner das normale Längenmaß erreicht hatten. Frühestens gegen Ende der Larvalperiode der Borkenkäfer hatte also die vernichtende Tätigkeit der Zimmerbocklarven eingesetzt, und schließlich bedeckten die Larvengänge des Käfers fast die ganze Mantelfläche des Klotzes. Im Herbst waren 67 Zimmerbocklarven übrig, 10—20 in jedem Klotz.

Die Zimmerbocklarven leisteten in den Waldgärtnerfraßbildern so gründliche Arbeit, daß jedes Fraßbild durchschnittlich nur 4,7 Jungkäfer des Waldgärtners ergab. Unter gleichen Verhältnissen lieferten die ausschließlich Waldgärtner enthaltenden Klötze im Mittel 30,2 Jungkäfer je Fraßbild.

Die Zimmerböcke bewohnen am liebsten sonnige und helle Orte und vermehren sich in Kiefernstubben und gröberen Hiebsresten. Die neuzeitlichen Hiebsmethoden fördern die Helligkeit der Wälder und dadurch auch das Wohlbefinden der Zimmerböcke. Dieser Käfer ist in technischer Hinsicht ziemlich harmlos. Findet sich berindetes Holz zur Eilegezeit der Zimmerböcke im Walde, so wird es stets auch von anderen sich gleichzeitig fortpflanzenden Insekten (z. B. *Myelophilus minor* Hart. und *Trypodendron lineatum* Ol.) besiedelt, deren holzzerstörende Wirkung unvergleichlich größer als der durch die

Zimmerbocklarven verursachte geringe technische Schaden ist. In Mitteleuropa ist der Zimmerbock nach Spanner- und Eulenfraß auch als ernster Sekundärschädling aufgetreten, der noch lebende, vielleicht sich erholende Stämme zum Absterben gebracht hat (Schwerdtfeger 1957, p. 163). In Finnland hat sich der Käfer trotz seines recht häufigen Vorkommens vorläufig als unschädlich für den aufwachsenden Wald erwiesen. Als biologischer Feind der unter Rinde lebenden Insekten muß er im Gegenteil geradezu als waldnützlich angesehen werden und verdient beim Planen von waldhygienischen Maßnahmen ernstliche Beachtung.

#### LITERATUR

NUORTEVA, M. (1954): Versuche über den Einfluß der Bevölkerungsdichte auf die Nachkommenszahl des Großen Waldgärtners, *Blastophagus piniperda* L. Ann. Ent. Fenn. 20, 184—189. — SAALAS, U. (1949): Suomen metsähyönteiset. Suomalaista tiedettä 5. Helsinki. 719 S. — SCHWERDTFEGER, F. (1957): Die Waldkrankheiten. 2. Aufl. Berlin. 485 S. — THALENHORST, W. (1958): Grundzüge der Populationsdynamik des großen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L. Schriftenreihe Forstl. Fakult. Univ. Göttingen und Mitt. d. Niedersächs. Forstl. Versuchsanst., Bd. 21, 126 S. Frankfurt/M. — TRÄGÅRDH, I. (1939): Sveriges skogsinsekter. 2. Aufl. Stockholm.

#### DISKUSSION

L. BRAMMANIS: Nach Untersuchungen, die in Schweden an frischen Kiefernstubben durchgeführt wurden, konnte festgestellt werden, daß die halberwachsenen *Acanthocinus*-Larven in die Wurzelregion vordringen und dort auch die Brut in den Gängen von *Hylastes*-Arten (*H. brunneus* und *H. opacus*) vernichten.

## ZUR PARASITIERUNG VON *EVETRIA BUOLIANA* Schiff. IN WESTDEUTSCHLANDS KÜSTENREGION UND DEM MONTANEN GEBIET SERBIENS

U. SCHINDLER

Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Forstschädlingsbekämpfung, Göttingen

In den letzten Jahrzehnten wurden im Nordwesten der Bundesrepublik Deutschland, vor allem in der Lüneburger Heide und im Emsland auf den für die Landwirtschaft ungeeigneten Böden Neuaufforstungen mit *Pinus silvestris* durchgeführt. Besonders im Emsland ließen sich auf armen Standorten großflächige Kiefernmonokulturen nicht vermeiden, die im Alter von 4 bis 10 Jahren, oft aber auch länger, sehr stark vom Kiefernknospentriebwickler befallen werden. Dieser Schädling bereitet der forstlichen Praxis anhaltend Sorge, denn noch immer werden alljährlich einige tausend Hektar ehemaliger Ödlandflächen neu in Kultur gebracht. Der Befall nahm in den letzten Jahren zu, weil die Kiefern infolge mehrerer überdurchschnittlich feuchter Sommer von 1955—1958 durch eine Epidemie des Kiefernscütte-pilzes (*Lophodermium pinastri*) geschwächt worden waren. Eine Bekämpfung der Wickler ist im Imaginal- und noch wirksamer im Larven-Stadium technisch ohne Schwierigkeiten möglich. So wurden seit 1955 fast alljährlich 200—500 ha mit Hilfe von Bodengeräten bzw. Flugzeugen behandelt (Schindler, Schwerdtfeger und Jäger, Schwerdtfeger und Schneider). Vom bio-zönologischen Standpunkt betrachtet befriedigen diese Aktionen noch nicht, denn es werden hochkonzentrierte Sprühlösungen ausgebracht, die überdies im Vergleich zu anderen Schädlingsbekämpfungen erhebliche Kosten verursachen.

Obwohl schon Escherich schrieb: „Das Heer der natürlichen Feinde (des *E. buoliana*) ist groß“, und Schwerdtfeger anregte, eine biologische Bekämpfung mit *Trichogramma evanescens* in Erwägung zu ziehen, ist über die forstwirtschaftliche Bedeutung der zahlreichen Parasiten des Kiefernknospentriebwicklers wenig gearbeitet worden. Zwar finden sich verstreut in der Literatur Angaben über die Ergebnisse von Parasitenzuchten (Lit. s. Escherich, Sorauer),

jedoch handelt es sich für den mitteleuropäischen Raum mit Ausnahme einer Untersuchung von Schimitscheck meist um Einzelbefunde. Diese lassen sich mit den Ergebnissen von Reihenuntersuchungen aus den USA und Kanada wegen der dort andersartigen Parasitenfauna nicht vergleichen (Coppel & Arthur, Miller, Schaffner, Watson & Arthur).

Ab 1955 wurden im Zusammenhang mit größeren Bekämpfungen im Bezirk Lüneburg in den Forstämtern Bleckede (Elbe) und Rosengarten (bei Harburg/Hamburg) Untersuchungen über die Parasitierung des Kiefernknospentriebwicklers durchgeführt. Seit 1958 werden derartige Arbeiten im Emsland in den Kreisen Nordhorn, Lingen und Meppen fortgesetzt. Zunächst galt das Interesse besonders den Parasiten der Larven und Puppen. Dabei ließen sich für Nordwestdeutschland folgende Arten nachweisen<sup>1</sup>:

<i>Diptera</i>	<i>Tachinidae</i>	+ <i>Actia nudibasis</i> Stein
<i>Hymenoptera</i>	<i>Braconidae</i>	+ <i>Orgilus obscurator</i> Nees.
	<i>Ichneumonidae</i>	<i>Phaeogenes vagus</i> Berth.
		<i>Pimpla turionellae</i> L.
		<i>Scambus sagax</i> Htg.
		<i>Lissonota carbonaria</i> Hlgr.
		<i>Campoplex</i> spec. ( <i>mutabilis</i> Grav.?)
		+ <i>Eulimneria rufifemur</i> Thoms.
		+ <i>Pristomerus orbitalis</i> Hlgr.
		+ <i>Cremastus confluens</i> Grav.
		<i>Itoplectis alternans</i> Forst.
	<i>Chalcididae</i>	Mehrere Arten, noch nicht determ. (überwiegend Puppenparasiten)
		<i>Perilampus tristis</i> Mayr. (Hyperparasit)

Bei den mit + bezeichneten Arten handelt es sich um Hauptparasiten, die von 5% an aufwärts am Parasitenbesatz beteiligt waren. Die *Lissonota*- und *Campoplex*-Exemplare erreichten nur in einzelnen Jahren 8% (1958) bzw. 5% (1956) des Besatzes und die übrigen Ichneumoniden erhielten wir so selten, daß ihr Anteil noch unter 1% blieb. Auch zeigten nur wenige Puppen Chalcidierbefall. Wenn in manchen Zuchten mehr Erzwespen auftraten, lag es daran, daß aus einer *Evetria*-Puppe bis zu 31 Wespen schlüpften. Die meisten der genannten Arten wurden auch schon aus anderen Wirten gezüchtet, es gibt also keine Spezialparasiten für die *Evetria buoliana*-Larven. Die Parasiten-Imagines erscheinen etwa 2 Wochen später als die Wickler, die in Jahren mit annähernd normaler Witterung von Ende Juni an schlüpfen. Abweichend von dieser Norm können witterungsbedingt erhebliche Verschiebungen u. U. um mehrere Wochen eintreten. In dem Dürrejahr 1959 flogen sowohl die Wickler wie die Parasiten 3 Wochen eher als sonst. Nach besonders kalten und langen Wintern, wie z. B. 1956, beginnt der Flug erst Mitte Juli. Unser Wissen über die Biologie der Parasiten weist noch erhebliche Lücken auf. In der Regel belegen die Schlupfwespenweibchen die Erstlarven des Wicklers im Stadium des Schlüpfens bzw. Einbohrens in die Kiefernknadeln. Von *Orgilus obscurator* ist bekannt, daß das erste Larvenstadium in der Wirtslarve überwintert und erst im Frühjahr die Entwicklung fortsetzt (Thorpe).

In dem bisher fünfjährigen Beobachtungszeitraum war das Geschlechterverhältnis bei *Orgilus obscurator* und den 3 wichtigsten Ichneumoniden *Cremastus confluens*, *Pristomerus orbitalis* und *Eulimneria rufifemur* abgesehen von einem 10—20%igen Weibchenüberschuß bei *Orgilus obscurator* und *Pristomerus orbitalis* annähernd ausgeglichen. Die Tachine *Actia nudibasis* durchläuft einen bivoltinen Zyklus. Die 1. Generation lebt in der Larve von *Evetria resinella*, die 2. Generation parasitiert im Frühsommer *E. buoliana*.

<sup>1</sup> Für die Determination des Materials habe ich den Herren Herting, Hinz, Kirchberg und Thalenhorst zu danken.



Larven. Da andere Wirte nach Van Emden nicht bekannt sind (briefl. Mitteil. Dr. Herting) und *E. resinella* an jungen Kulturen meist noch nicht stark auftritt, dürfte das geringe Vorkommen des Zwischenwirtes einem größeren Einfluß der Tachine auf *E. buoliana*-Populationen entgegenstehen.

Das Auftreten der als Hauptparasiten bezeichneten Arten läßt in der Lüneburger Heide und im Emsland keine regionalen Besonderheiten erkennen, denn die Tachine *Actia nudibasis*, die Braconide *Orgilus obscurator* wie auch die Ichneumoniden *Eulimneria rufifemur*, *Pristomerus orbitalis* und *Cremastus confluent* wurden in allen Beobachtungsrevieren von der Elbe bis zur holländischen Grenze gefunden. Als einzige Ausnahme konnte die Tachine im Forstamt Rosengarten nicht festgestellt werden.

Auch der Anteil der besprochenen Arten an der gesamten Parasitierung war in den genannten Beobachtungsrevieren nur mäßigen Schwankungen unterworfen. Die Anteile betrugen für

<i>Cremastus</i>	<i>Pristomerus</i>	<i>Eulimneria</i>	<i>Orgilus</i>
33—58	4—25	0—21	7—26%
und lagen im Mittel bei			
47	13	10	17 %

Der wichtigste Parasit ist demnach *Cremastus confluent*, denn diese Schlupfwespe bestritt in fast allen Jahren und an allen Orten die Hälfte der Gesamtparasitierung. Die übrigen drei Schlupfwespen und die Tachine sind annähernd gleichmäßig mit 10—17% an der Dezimierung der *Evetria*-Larven beteiligt.

Forstwirtschaftlich bedeutsam ist vor allem die Frage, welche Höhe die Intensität des Befalls aller Parasiten zusammen bei *Evetria buoliana* erreicht. Entscheidenden Einfluß hierauf haben das Alter der Kiefernkulturen und damit korrespondierend die Populationsentwicklung des Schädlings sowie die Vegetation in den Kulturen selbst und in der Umgebung. Zu Beginn des Wicklerbefalls erfaßt der Parasitenbesatz nur wenige Prozente der Wirtspopulation. Erst in 8—10jährigen, ungefähr mannshohen Kiefernkulturen beträgt die Parasitierung 50% und mehr. Also brauchen die Parasiten von Beginn des ersten Wicklerbefalls an 3—4jährigen Kiefern etwa 5 Jahre, bis sie einen fühlbaren Einfluß ausüben.

In Kulturen, die nur einige Hektar groß sind und inmitten anderer Wälder liegen, steigt die Parasitierung schneller an als z. B. in den großflächigen Neukulturen des Emslandes, zumal auf den dortigen Vollumbruchkulturen die übrige Vegetation fast vernichtet ist und die Restfauna nur wenige Arten umfaßt. Spätestens im Dickungsalter von etwa 12 und mehr Jahren an wirken sich die Parasiten aber überall so stark aus, daß der Wicklerbefall zum Erliegen kommt. Die Frage, ob sich dieser Zusammenbruch nicht vorverlegen läßt, indem man den Neukulturen rechtzeitig Parasiten aus anderen Gebieten zuführt, dürfte einiger Untersuchungen bzw. Versuche wert sein.

Tabelle 1

Anstieg des Parasitierungs-Prozentes bei *Evetria buoliana* nach Bekämpfung der Imagines im Juli 1956.

Vergleich der Zuchtergebnisse vor (= 1956) und nach der Begiftung (= 1957).

Forstamt Rosengarten, Bez. Lüneburg	1956	1957
Untersuchte Befallsstellen ..... absolut	445	83
<i>Evetria</i> -Imagines, geschlüpft ..... in %	72	28
Parasiten, geschlüpft ..... in %	27	73

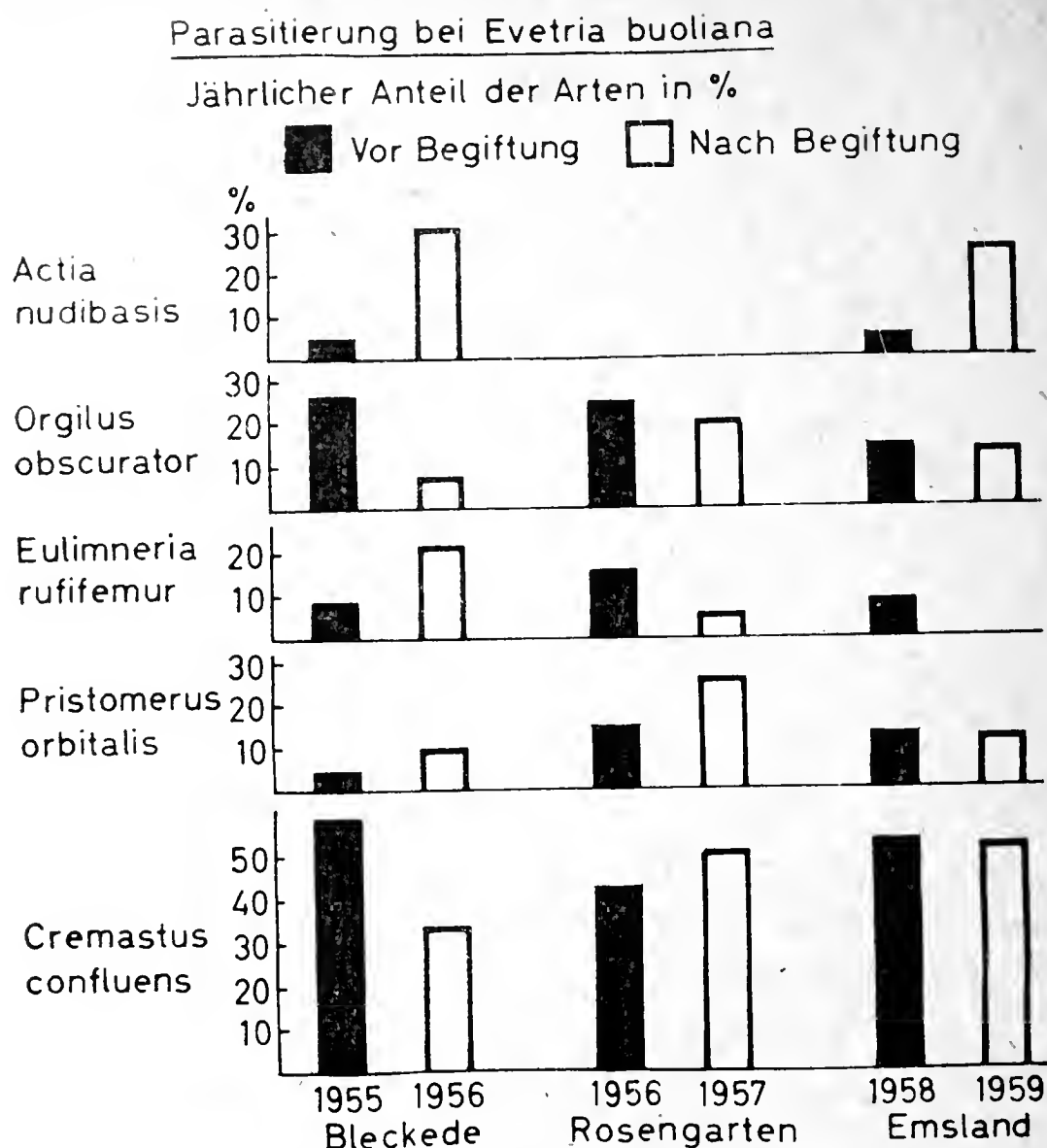


Abb. 1

Die forstliche Praxis geht gegen den Wicklerbefall mit den eingangs erwähnten Begiftungen vor. Bei einigen dieser Großaktionen konnten wir ihre Auswirkungen auf den Parasitenbesatz verfolgen. So wurde im Forstamt Rosengarten im Juli 1956 eine Bekämpfung der Wickler-Imagines in jungen Kulturen von 0,5—1,2 m Höhe durchgeführt. Die Parasitierung war dort gering und der Schaden durch schon zahlreich vorhandene Wickler recht erheblich. Im Jahre nach der erfolgreichen Begiftung ließen sich nur wenig Befallsstellen finden und die Zuchtergebnisse zeigten, daß die Parasitierung von 27% vor der Behandlung auf 73% nach der Begiftung gestiegen war (Tab. 1). Dies läßt sich durch den im Verhältnis zum Wickler späteren Flug der Parasiten und die dann nachlassende Wirkung der Insektizide erklären. Auch nach einer großflächigen Begiftung der Larven im Frühjahr 1958 im Emsland wurde die gleiche relative Zunahme der Parasitierung festgestellt. Weiterhin ergaben die Zuchten, daß sich die Anteile der einzelnen Parasitenarten am gesamten Parasitenbesatz weder durch Begiftungen der Falter im Sommer (1955 und 1956) noch durch Bekämpfungen der Larven im Frühjahr (1958) wesentlich veränderten (Abb. 1). Den geringfügigen Besatzschwankungen bei den Schlupfwespen steht eine merkliche, nicht nur relative, sondern sogar absolute Zunahme der Tachinen nach Begiftungen gegenüber. Für die Behandlungen im Frühjahr verwundert dies nicht, denn die 1. Generation von *Actia nudibasis* entwickelt sich in *E. resinella*-Larven, die, gut geschützt in ihrer Harzgalle, durch derartige Behandlungen nicht beeinträchtigt werden.

Aus dem Gedanken heraus, daß es wissenswert ist, im Vergleich zu dem bisher erörterten maritimen Bereich etwas über die Parasitierung bei *Evetria buoliana* in kontinentalen montanen Aufforstungsgebieten zu erfahren, wurden 1959 in Serbien parallele Untersuchungen nach der gleichen Methodik gemeinsam mit Dr. Maksimović im Rahmen des Arbeitsprogramms der Forstlichen Versuchsanstalt in Belgrad durch-

geführt. Die dortigen Neuaufforstungen auf jahrhundertlang beweideten Bergen, überwiegend mit *Pinus nigra* und zum geringeren Teil mit *P. silvestris* angelegt, leiden stark unter dem Kiefernknospentriebwickler. Freilandbeobachtungen und Zuchten waren 1959 in 7 Forstämtern der Kreise Beograd, Valjevo, Mladonovać, Titovo Užice und Nis in Höhenlagen von 300 bis 1300 m über dem Meere möglich. Das Material befindet sich z. T. noch bei Spezialisten zur Determination, jedoch können, einer ausführlichen Darstellung vorgreifend, für die Schlupfwespen und Tachinen einige Ergebnisse berichtet werden. Folgende Arten traten in fast allen Revieren auf:

<i>Diptera</i>	<i>Tachinidae</i>	<i>Zenillia roseanae</i> B. B. (= <i>Phryxe insidiosa</i> R.-D.)
<i>Hymenoptera</i>	<i>Braconidae</i>	<i>Orgilus obscurator</i> Nees.
	<i>Ichneumonidae</i>	<i>Cremastus confluent</i> Grav.

Häufiger, aber nur aus dem niedrigen Mittelgebirge südwestlich Belgrads (Forstamt Avala), erhielten wir *Ephialtes roborator* F. Vereinzelt in manchen Revieren wurden festgestellt: *Ephialtes buoliana* Rtz., eine noch nicht näher determinierte *Ephialtes* spec., *Pimpla turionellae* L. und eine *Campoplex* spec.

Die Intensität der Parasitierung war in den ältesten Kiefernkulturen und denjenigen mit vielseitiger Vegetation am stärksten. Die Höhenlage dürfte dagegen kaum einen Einfluß ausüben, denn in den 1100 und 1300 m hoch liegenden Pflanzungen betrug die Parasitierung 30 bis über 50%, weil dort, mehr oder weniger zufällig, die Pflanzenwelt artenreicher ist als in den beobachteten niedriger gelegenen jungen Kulturen mit schwachem Parasitenbesatz.

Die Tachine *Zenillia roseanae* war mit 5—10% an der Parasitierung der *Evetria*-Larven beteiligt. Die Masse des Parasitenbesatzes wurde von der Braconide *Orgilus obscurator* und der Ichneumonide *Cremastus confluent* gestellt, die wir zuvor auch als Hauptparasiten in Nordwestdeutschland kennengelernt haben. Abschließend sei betont, daß hinsichtlich der wichtigsten Parasitenarten und ihrer Einwirkung auf den Wirt bei der Parasitierung der Kiefernknospentriebwickler-Larven kein wesentlicher Unterschied zwischen dem nordwestdeutschen Flachland und dem serbischen Bergland besteht. Für Serbien sei als Besonderheit an fast allen untersuchten Plätzen eine erhebliche Parasitierung der Puppen durch Erzwespenlarven vermerkt, die maximal bis etwa 30% der gesamten Parasitierung umfaßte.

#### L I T E R A T U R

- BERGER, H. u. CRAMER, H. H.: Tribschädigungen an Kiefern-Jungwüchsen. Holz-Zentralbl. 83, Nr. 126 v. 19. 10. 1957, 1543—1545. — COPPEL, H. C. u. ARTHUR, A. P.: Notes on introduced Parasites of the European Pine Shoot Moth, *Rhyacionia buoliana* (Schiff.) (Lepidoptera: Tortricidae), in Ontario. 84th Rep. Ent. Soc. Ont. 1953, 55—58. — ESCHE-RICH, K.: Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. 3, Lepidoptera. 825 S., Berlin (Parey) 1931. — FISCHER, K. R.: Der Kieferntriebwickler *Evetria* (*Rhyacionia*) *buoliana* Schiff. als forstlicher Großschädling im bäuerlichen Waldbesitz Nordwestdeutschlands. Mitteil. a. Forstwirtschaft u. Forstwissenschaft, 12, 1941, 219—276. — MILLER, W. E.: Preliminary Study of European Pine Shoot Moth. Parasitism in Lower Michigan. J. econ. Ent. 52, 1959, 768—769. — MILLER, W. E. u. NEISWANDER, R. B.: Biology and Control of the European Pine Shoot Moth. Research Bull. 760, 31 S., Ohio Agric. Experiment Station, May 1955. — SCHAFFNER, J. V.: Microlepidoptera and their Parasites reared from Field Collections in the Northeastern United States. Miscellaneous Publ. Nr. 767, Forest Service, Washington D. C., Jan. 1959, 97 S. — SCHIMITSCHEK, E.: Beobachtungen über *Evetria buoliana* Schiff. und einige ihrer Parasiten. Zeitschr. f. d. ges. Forstwesen 1944, 36—39. — SCHINDLER, U.: Zur chemischen Bekämpfung des Kiefernknospentriebwicklers (*Evetria buoliana* Schiff.). Verh. d. Deutsch. Ges. f. angew. Entomol. 14. Mitglieder-Versamml. Hamburg 1958, 115—122. — SCHWERDTFEGGER, F.: Die Waldkrankheiten. 2. Aufl. 485 S., Hamburg u. Berlin (Parey) 1957. — SCHWERDTFEGGER, F. u. JÄGER, A.: Versuche zum Flugzeugeinsatz im Forstschutz. I. Bekämpfung des Kiefernknospentriebwicklers *Evetria buoliana* Schiff. Der Forst- u. Holzwirt 13, 1958,

410—411. — SCHWERDTFEGGER, F. u. SCHNEIDER, G.: Untersuchungen zur chemischen Bekämpfung des Kiefernknospentriebwicklers (*Evetria buoliana* Schiff.). Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten u. Pflanzenschutz 62, 1955, 417—422. — SORAUER, P.: Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Bd. IV, 5. Aufl. 2. Lieferung 1953. — THORPE, W. H.: Observations on the parasites of the pine shoot moth, *Rhyacionia buoliana* Schiff. Bull. Ent. Res. 21, 1930, 387—412. — VOGT, K.: Der Kiefernknospentriebwickler *Evetria buoliana* (Schiffermiller). Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 71, 1939, 527—552. — WATSON, W. Y. u. ARTHUR, A. P.: Parasites of the European Pine Shoot Moth, *Rhyacionia buoliana* (Schiff.), in Ontario. The Canadian Entomologist XCI, 1959, 478—484.

## DAS SCHADAUF TRETEN DER TANNENNADELGALLMÜCKE *AGEVILLEA ABIETIS* HUBAULT (*Cecid. Dipt.*)

M. POSTNER

Institut für angewandte Zoologie, München

Umfangreiche Schäden an Jungtannen werden im wesentlichen durch Massenaufreten der bösartigen Tannenlaus, *Dreyfusia nüsslini* C. B. (*Cherm. Hom.*) hervorgerufen. Erfahrungsgemäß besteht dann die größte Gefahr, wenn die heranwachsenden Tannen durch plötzliche Freistellung stärkerer Sonneneinstrahlung ausgesetzt werden. Im Gegensatz dazu erfolgen Massenvermehrungen der Tannennadelgallmücke, *Agevillea abietis* Hubault, entsprechend ihrer andersartigen ökologischen Bedürfnisse, auf windstillen und schattigen Standorten (Postner 1959), die bei geringen Höhenlagen von 350—500 m NN, auch außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes, der Tanne noch ausreichende Lebensbedingungen bieten. Tannenjungwüchse im Freiland werden nach bisherigen Beobachtungen nicht befallen (Postner 1959).

Erstmals wurde die Gallmücke als Schädling an Jungtannen 1942 im nordöstlichen Frankreich festgestellt und beschrieben (Hubault 1945). Seit 1954 tritt sie auch in zunehmendem Maße in Süddeutschland in Erscheinung (Postner 1957, Zwölfer u. Mitarbeiter 1957, 1958, 1959, 1960), wobei bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt bereits 16 Schadherde wechselnder Ausdehnung registriert wurden. Die jeweiligen Standorte stimmen hinsichtlich der Höhenlagen und der Bestockungsverhältnisse mit zwei Ausnahmen weitgehend überein. Im Verlaufe der seit 1956 durchgeführten, intensiven Untersuchungen konnte gezeigt werden, daß die Gallmücke schon seit 1897 durch Befall an Alttannen bekannt ist (Escherich u. Wimmer 1903, Wimmer 1927, v. Tubeuf 1930, Escherich 1937, 1942), jedoch infolge sporadischen Auftretens bisher wirtschaftlich nicht ins Gewicht fiel (Postner 1960). Vergleichende Untersuchungen an nordamerikanischem Gallen- und Larvenmaterial ergaben, daß *Dasyneura balsamicola* Lint., eine Gallmücke mit sehr ähnlicher Lebensweise und Schadwirkung (Lintner 1888, Can. Dep. 1956, 1957, 1958, 1959) nicht mit der bei uns vorkommenden *Agevillea abietis* identisch ist (Postner 1960).

Die Entwicklung der in einjähriger Generation auftretenden Gallmücke läuft in folgender Weise ab:

Je nach Höhenlage und Witterung erscheinen ab Ende April/Anfang Mai die Imagines, zusammentreffend mit dem Schieben der Tannenknospen. Die Weibchen beginnen unmittelbar nach dem Schlüpfen und nach vollzogener Kopulation mit der Eiablage, wobei jedes Weibchen bis zu 100 Eier in die sich entfaltenden Maitriebe ablegt. 5—10 Tage nach der Eiablage schlüpfen die Larven und dringen in die sich streckenden Nadeln ein. Bis Mitte Oktober ernähren sich die Larven von den Zellsäften des Nadelparenchyms, durchlaufen drei Stadien und verlassen von Mitte bis Ende Oktober an die Nadeln. Sie begeben sich in die Bodenstreu, wo sie, in Kokons eingesponnen, überwintern, um sich ab Anfang bis Mitte April zu verpuppen.



Das Schadbild an Jungtannen zeigt sich im Laufe des Sommers in einer Gelbgräufärbung und mehr oder weniger starken Verkrüppelung der mit Mückenlarven besetzten Nadeln. Mit dem Beginn des Auswanderns der ausgewachsenen Larven setzt starker Nadelfall ein, der bei Sämlingen häufig zum Verlust aller Nadeln führen kann.

Die Tatsache, daß der Gallmückenbefall auf Standorten erfolgt, die der bösartigen Tannenlaus keine optimalen Lebensbedingungen bieten, macht diesen „neuen“, anscheinend im Vormarsch begriffenen Schädling zu einer ernststen Gefahr für die Nachzucht der Tanne (Postner 1957, 1959, 1960).

Wie schon angedeutet, spielt der Befall an Alttannen, der sich durch Gallbildung an Nadeln und im allgemeinen nur geringen Nadelverlust in der Wipfelregion auswirkt, keine besondere Rolle. Stärkerer Befall an 15—20jährigen Tannen in dichten Horsten und Dickungen führt dagegen zu Nadelverlusten, die neben einer merklichen Beeinträchtigung des Zuwachses auch die Nebennutzung — Gewinnung von Schmuckreisig und Weihnachtsbäumen — in Frage stellen. Gleiche Schadwirkung verursacht in Nordamerika die schon erwähnte *Dasyneura balsamicola* an verschiedenen Tannenarten. Gegenmaßnahmen sind daher dort speziell in Christbaumkulturen angezeigt (Can. Dep. 1956, 1957, 1958, 1959, Giese 1958). Am schwerwiegendsten ist der Befall von *Agevillea* an Sämlingen und Jungpflanzen bis zu einem Alter von etwa 10 Jahren in Naturverjüngungen, Ansamungen und Unterbauungen. Schon einmaliger, völliger Nadelverlust kann das Absterben der Sämlinge nach sich ziehen. Starker Befall, der 2 bis 3 Jahre anhält, hat fühlbare Ausfälle in den Tannenverjüngungen zur Folge (Postner 1959).

Vorerst ist der Gallmückenbefall auf örtlich engbegrenzte Schadherde, auf Flächengrößen von 0,2—0,4 ha beschränkt. Trotzdem sind Gegenmaßnahmen zur Eindämmung des Schädlings erforderlich. Die in den letzten Jahren erprobten Bekämpfungsverfahren (Postner 1959, 1960) lassen sich entsprechend den gegebenen Erfordernissen, wie in folgendem darzulegen, sinnvoll anwenden. Die Kenntnis der Bionomie des Schädlings sowie seiner natürlichen Feinde, der Schlupfwespen *Platygaster manto* Walk. (*Platyg. Proct.*) und *Tetrastichus cf. inunctus* Nees (*Euloph. Chalc.*) erlauben es, das jeweils am besten geeignete Verfahren zum richtigen Zeitpunkt einzusetzen.

Von besonderer Bedeutung ist dabei die Prognosestellung, die aus praktischen Erwägungen bereits ab Juli vorgenommen werden kann. Sie gibt Aufschluß über die Befallshäufigkeit bzw. -stärke und den Grad der Larvenparasitierung, in erster Linie durch die Proctotrupide *Platygaster manto*. Von Bedeutung für eventuell zu ergreifende Gegenmaßnahmen ist ferner das Alter der Tannen sowie die Art der Bestockung auf der betroffenen Fläche.

Sind beispielsweise in einem etwa 15jährigen Tannenhorst mehr als 30% der Maitriebnadeln befallen und liegt die Parasitierung der Larven weit über 50%, so genügt es nach dem Auswandern der Larven (s. oben) und damit auch der in ihnen befindlichen Parasitenlarven, etwa ab Ende Oktober im Zuge der üblichen Läuterungsarbeiten den betreffenden Horst oder die Dickung stärker aufzulichten. Dadurch werden die Lebensbedingungen für die Gallmücke in den nachfolgenden Vegetationsperioden wesentlich verschlechtert. Die Parasiten, die zu ungestörter Verpuppung in der Bodestreue gelangen, erleiden keine Beeinträchtigung. Sind weniger als 10% der Larven parasitiert, was erfahrungsgemäß ein mehrjähriges Anhalten starken Befalls zur Folge hat, so muß die mechanische Gegenmaßnahme, die Entfernung der am schwersten befallenen Tannen, spätestens bis Ende September, also vor dem Auswandern der Larven aus den Nadeln durchgeführt werden, um die Schädlingspopulation entsprechend zu verringern.

Andere Maßnahmen sind bei Befall von Sämlingen und bis zu 10jährigen Tannen in Ansamungen und Unterbauungen zu ergreifen. Auf Grund der jeweiligen Prognosestellung kann eine sofortige Bekämpfung unter Heranziehung systemischer Insektizide auf Phosphorsäureester-Basis dann durchgeführt werden, wenn bei schwerstem Befall

die festgestellte Larvenparasitierung unter 10% liegt (s. oben). Wie Versuche gezeigt haben (Postner 1959), läßt sich mit den üblichen Konzentrationen der Mittel eine restlose Ausschaltung der in den Nadeln lebenden, noch überwiegend im L<sub>1</sub>-Stadium befindlichen Mückenlarven erzielen (s. auch Giese 1958). Erreicht die Larvenparasitierung bereits eine Höhe, die einen baldigen Zusammenbruch der Massenvermehrung vorauszusehen erlaubt, so ist die Anwendung von Insektiziden nicht mehr angebracht, um die Parasiten der Gallmücke in ihrer vollen Wirkung nicht zu beeinträchtigen.

Möglichkeiten zur biologischen Bekämpfung der Gallmücke sind gegeben, wenn neben stark befallenen, parasitenfreien Flächen, in der Regel Ansammlungen und jüngere Unterbauungen, alte Schadherde im selben oder in benachbarten Revieren zur Verfügung stehen, in denen die Larvenparasitierung 80—90% bereits erreicht hat und die demgemäß nicht bekämpft werden müssen.

Mit *Platygaster*-Kokons dicht besetzte Streu wird zur Durchführung der Gegenmaßnahme bis spätestens Mitte April aus diesen Befallsherden entnommen und auf die zu behandelnden Befallsflächen übertragen. Entsprechende Versuche des vergangenen Jahres haben ergeben, daß durchschnittlich 1 m<sup>2</sup> Streufläche auf 10 Jungtannen verteilt, ausreicht, um eine Parasitierung von über 80% der Gallmückenlarven herbeizuführen und dadurch den vorzeitigen, natürlichen Zusammenbruch der Übervermehrung des Schädling einzuleiten (Postner 1960).

Es stehen somit verschiedene Verfahren zur Verfügung, die es ermöglichen, die Tannennadelgallmücke *Agevillea abietis* jederzeit unter Kontrolle zu halten. Durch gewissenhafte Überwachung der Tannenjungwüchse und rechtzeitige Durchführung der jeweils erforderlichen Gegenmaßnahmen läßt sich die Gefahr, der neuerdings die Jungtannen ausgesetzt sind, weitgehend bannen.

#### L I T E R A T U R

- CANADA DEPARTMENT of AGRICULTURE, 1956: Annual Report of the Forest Insect and Disease Survey. Ottawa, S. 14; 1957, Annual Report. S. 12, 46; 1958, Annual Report. S. 12; 1959, Annual Report. S. 13, 20, 59. — ESCHERICH, K. u. WIMMER, E., 1903: Über eine Galle an der Weißtanne (*Abies pectinata*). Allg. Zschr. f. Entom. 8, 119—122. — ESCHERICH, K., 1937: Die Zweiflügler des Waldes. Fw. Cbl. 59, 401—449. — 1942: Die Forstinsekten Mitteleuropas. V. Bd. Vlg. P. Paray Bln. S. 571—572. — GIESE, R. L. u. D. M. BENJAMIN u. CASIDA, J. E., 1958: Results of Trunc Implantation of Systemic Insecticides in Conifers. Journ. Econ. Ent. 51, 400—401. — HUBAULT, E., 1945: Un parasite non encore signalé des aiguilles du sapin blanc (*Abies alba* Mill.). Bull. biol. de la France et de la Belgique 79, 17—30. — LINTNER, J. A., 1888: Fourth Report on the Injurious and other Insects of the State of New York. 41. Rep. N.Y. St. Mus. S. 27, 60—63. — POSTNER, M., 1957: Beachtenswerte Schäden an Jungtannen, verursacht durch die Tannennadelgallmücke. A.F.Z. 12, 18. — 1957: Die Tannennadelgallmücke *Agevillea abietis* Hubault (Cecid. Dipt.) ein beachtenswerter Schädling an Jungtannen. Fw. Cbl. 76, 89—95. — 1959: Zum Auftreten der Tannennadelgallmücke *Agevillea abietis* Hubault (Cecid. Dipt.) in Süddeutschland. Anz. Schädln. 32, 23—26. — 1959: Die Bekämpfung der Tannennadelgallmücke *Agevillea abietis* Hubault (Cecid. Dipt.) unter Berücksichtigung der Parasitierungsverhältnisse. Z. ang. Ent. 45, 60—65. — 1960: Die biologische Bekämpfung der Tannennadelgallmücke *Agevillea abietis* Hubault (Cecid. Dipt.) mit Hilfe der Schlupfwespe *Platygaster manto* Walk. (Platyg. Proct.). Fw. Cbl. 79, 158—161. — 1960: Befall der Gallmücke *Agevillea abietis* Hubault (Cecid. Dipt.) an Jung- und Alttannen. (Zur Frage der Identität von *Agevillea abietis* und *Diplosis abietis pectinatae* n. n.) Z. ang. Ent. 46, 379—389. — 1960: Zur Bekämpfung der Tannennadelgallmücke *Agevillea abietis* Hubault (Cecid. Dipt.). Z. ang. Ent. 47, 42—45. — TUBEUF, C. v., 1930: Nadelgalle der Weißtanne. (Zugleich Cecidomyidenstudien II.) Zeitschr. f. Pflzkrh. u. Pflzsch. 40, 430—444. — WIMMER, E., 1927: Eine Galle an der Weißtanne (*Abies alba*). Mll. Bad. Bl. f. ang. Ent. 2, 151—152. — ZWÖLFER, W. u. Mitarbeiter, 1957: Zur Forstschädlingsprognose 1957 für Bayern. A.F.Z. 12, 229—231. — 1958: Zur Forstschädlingsprognose 1958 für Bayern. A.F.Z. 13, 236—238. — 1959: Zur Forstschädlingsprognose 1959 für Bayern. — 1960: A.F.Z. 14, 406—407. 1961: A.F.Z. 15, 282—284.

## DISKUSSION

MAKSYMOW: a) Haben Sie eine vollständige Zucht vom Ei bis zur Imago durchführen können? In der Schweiz haben wir es an mehreren hundert Larven ohne Erfolg versucht; die Parasitierung war stets zu hoch. b) In welchem Zeitpunkt legt *Platygaster* seine Eier? c) In der Schweiz haben wir nach dem Zusammenbruch der Gradation 1956—1958 (Höhenlagen bis 600 m) einen isolierten Herd im Jahre 1959 festgestellt, und zwar im Jura in einer Höhenlage von 1000 m ü. M.

M. POSTNER: a) Ja, die Gallmücke sowie die beiden Parasiten *Platygaster manto* und *Tetrastichus* cfr. *inunctus* wurden unter Laborbedingungen vom Ei bis zur Imago gezüchtet. b) Die *Platygaster*-Imagines erscheinen zeitlich kurz vor *Agevillea* und legen ihre Eier in die frisch abgelegten Eier der Gallmücke ab. c) Von den bisher festgestellten Schadherden der Gallmücke liegen nur zwei in Höhenlagen über 700 m. Die Befallsintensität blieb in diesen Fällen weit hinter der der Befallsherde geringerer Höhenlagen zurück.

U. SCHINDLER: Als eine mögliche Gegenmaßnahme zur Abwehr der Tannennadelgallmücke wurde das Ausstreuen von Streu mit parasitiertem Material erwähnt. Um welche Flächengrößen handelt es sich dabei und kann die forstliche Praxis diese Maßnahme allein durchführen oder bedarf es der Hilfe wissenschaftlicher Institute?

M. POSTNER: Die Flächengrößen bewegten sich zwischen 0,2 bis maximal 0,4 ha. Die forstliche Praxis kann die genannte biologische Bekämpfungsmaßnahme in Zusammenarbeit mit der jeweilig zuständigen Forstschutzstelle, die die Prognosestellung vornimmt, durchführen.

## TIERISCHE SCHÄDLINGE ALS FAKTOR DES KIEFERNSTERBENS

EUGEN TEMPLIN

Institut für Forstwissenschaften Tharandt der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

In den Ländern Sachsen/Anhalt, Sachsen und Thüringen macht sich ein starkes Trockenwerden der Kiefern bemerkbar. In den letzten Jahren nahm die Erkrankung der Wälder so besorgniserregende Ausmaße an, daß bei der waldbaulichen Planung Fragen hinsichtlich des weiteren Anbaues dieser Holzart und Behandlung der Bestände aufgetreten sind. Allein im vergangenen Winter überschritt der Sammelhieb der Dürrehölzer 500 000 fm.

Symptomatisch ist die Erkrankung daran zu erkennen, daß die Kronen schütter werden, die neu gebildeten Nadeln kürzer sind und eine graugrüne Färbung annehmen. Das Längenwachstum der Maitriebe läßt ebenfalls nach. Die Internodien der letzten Jahre sind gestaucht. Schließlich fallen die Nadeljahrgänge 2 und 3 ab. Durch das Fehlen der Assimilationsfläche bleibt der letzte Trieb aus und der Baum vertrocknet. Das Dürwerden geht einzelstammweise vor sich. Im allgemeinen macht es sich erst in Beständen über 60 Jahren bemerkbar und nimmt im Alter zu. Ähnliche Beobachtungen wurden in Westdeutschland von Butin und Reuss publiziert. Ein vorzeitiges Absterben der Kiefern mittlerer bis höherer Altersklassen ist auch aus Holland bekannt.

Nach unseren Untersuchungen, deren Zwischenergebnisse hier vorläufig mitgeteilt werden, handelt es sich bei der Erkrankung um einen Komplex, dessen einzelne Faktoren sich wechselseitig beeinflussen.

Als krankheitsauslösende Ursache wird der extreme Frostwinter 1955/56 angesehen, der in der Kältesumme nach Hellmann in den letzten 100 Jahren zwar von einigen Wintern übertroffen wird,

1955/56	—430° C
1946/47	—567° C
1939/40	—636° C
1928/29	—503° C

in der Kälteverteilung jedoch in den letzten 200 Jahren im mitteleuropäischen Raum mit einem sehr warmen und frostfreien Dezember und Januar und dem starken Kälteeinbruch im Februar einzigartig war. Während am 24. Januar noch Plustemperaturen bis 8° C herrschten, sank 4 Tage später die Quecksilbersäule auf —20° C, um am 1. Februar Tiefstwerte bis —30° C zu erreichen. Offenbar begann das genetisch bedingte Aufgeben der Frosthärte (Untersuchungen von Schönbach an Douglasie, Junghans an Fichte) bei der sonst kälteresistenten Kiefer während der ungewöhnlich warmen Winterwochen. Schäden an Kiefern nach starken Temperaturschwankungen sind schon 1928 aus Schweden (Langlet) und 1947/48 aus USA (Curry und Church) bekannt. Die extreme Dürre des Jahres 1959 (im mitteldeutschen Raum fielen in den Sommermonaten keine Niederschläge) mit dadurch bedingter Grundwassersenkung bis zu mehreren Metern und der Einfluß des Rauches und der Industrieabgase verstärkten die Erkrankung wesentlich (nach Münch und anderen Autoren wird die Frostresistenz durch Rauchschäden herabgemindert). Auf ungeeigneten Böden stockende Kiefernbestände weisen einen höheren Schadholzanteil auf. Weiterhin wirkt sich niedriger Schlußgrad krankheitsfördernd aus.

Mit den oben angeführten abiotischen Faktoren sind die biotischen eng verknüpft. Das Überangebot an geeignetem Brutmaterial in physiologisch gestörten Bäumen bewirkte die Massenvermehrung einer Reihe von tierischen Sekundärschädlingen. In der Reihenfolge ihrer Abundanz sind zu nennen:

*Phaenops cyanea* F.  
*Myelophilus piniperda* L.  
*Pissodes piniphilus* Hbst.  
*Ips acuminatus* Gyll.  
*Rhagium inquisitor* L.  
*Xyloterus lineatus* Cl.  
*Ips sexdentatus* Boern.  
*Myelophilus minor* Htg.  
*Pissodes pini* L.  
*Pityogenes bidentatus* Hbst.  
*Siricidae*  
*Acanthocinus aedilis* L.

Während die Mehrzahl der genannten Arten am absterbenden bzw. toten Material brütet, greifen *Phaenops cyanea*, *Pissodes piniphilus* und *Ips acuminatus* bei höheren Populationsdichten auf gesunde Bäume über. Vornehmlich der erstgenannte Schädling kann bei günstigen ökologischen Bedingungen außerordentlich aggressiv werden. Das stark temporäre Insekt ist ein Bewohner des trockenen Kontinentalklimas. Warme Dürrejahre, wie 1945—47 (Gradation in Polen) und 1959, fördern die Eiablage und Larvenentwicklung. Die zweijährige Generation kann durch günstige Umweltbedingungen verkürzt werden. Die Oszillation verläuft z. T. sogar an einem Stamm auf der Süd- und Nordseite unterschiedlich.

Zur Klärung der Epidemiologie der Insekten richteten wir in der Oberförsterei Wermsdorf 10 Versuchsflächen von insgesamt 9 ha Größe auf 6 verschiedenen Stand-



orten ein, auf denen jeder Baum auf den Besatz aller Schädlinge einzeln untersucht worden ist. Die Aufzählung ergab:

<i>Phaenops cyanea</i> im Zusammenwirken mit	
<i>Pissodes piniphilus</i> oder <i>Ips acuminatus</i>	64,6% der toten oder absterbenden Bäume
<i>Phaenops cyanea</i> allein	18,4% der toten oder absterbenden Bäume
<i>Pissodes piniphilus</i> allein	3,9% der toten oder absterbenden Bäume
<i>Ips acuminatus</i> allein	3,9% der toten oder absterbenden Bäume
keine tierischen Schädlinge bzw. nur Sekundär- oder Tertiärschädlinge	
	10,2% der toten oder absterbenden Bäume

Aus dieser Zusammenfassung ist ersichtlich, daß der Blaue Kiefernprachtkäfer im Untersuchungsgebiet kalamitätsartiges Auftreten angenommen hat. Vergleichende Zählungen in den benachbarten Staatlichen Forstwirtschaftsbetrieben Grimma, Torgau, Dübener Heide und Roßlau haben dieses voll bestätigt. Jeder im Jahre 1958 abgetötete Kiefernstamm entließ so viel Käfer, daß im Frühjahr 1960 7,7% Kiefern vernichtet wurden. Die Gegenüberstellung der 1959 verlassenen Brutbäume und 1960 durch Junglarven besetzten Stämme ergab einen Angriffskoeffizienten von 17,6. Ähnlich wie *Ips typographus* vermag auch *Phaenops cyanea* mit Zunahme der Populationsdichte im steigenden Maße seine Bruten in gesunden Bäumen zu entwickeln. Während bei 6 Befallstämmen pro ha 1 gesunder Baum abgetötet wurde (= 17%), betrug die Anzahl der abgetöteten früher nicht erkrankten Bäume bei 36 Stämmen pro ha 13 Stück = 36%. Bei 100 besetzten Bäumen pro ha sind durchschnittlich 47% primär befallen. In geharzten Beständen ist der Anteil an Prachtkäferbäumen gestiegen. Die Vermutung, daß eine physiologische Störung als Folge der Lachtenanfertigung den Baum für den Befall prädestiniert hat, ist nicht bestätigt worden, da die Messung der Breite der Lebensstreifen keine Korrelation zur Befallsstärke zeigt. Wie bereits erwähnt, beeinflußt der Boden die Erkrankung der Kiefern wesentlich. Während auf geeigneten Standorten, wie z. B. sandige Lößlehme über kiesigem Sand, 1,1% der Stammzahl betroffen war, stieg die Anzahl der toten Bäume auf stark gleichartigen Standorten mit ausgeprägtem jahreszeitlichem Wechsel zwischen Staunässe und Austrocknung auf 6,9%. Der Kiefernprachtkäfer, der besonders registriert wurde, kam gleichmäßig auf allen Böden in etwa 75—80% der Bäume vor.

Die Gegenüberstellung geschlossener mit stark aufgelichteten Beständen ergab, daß bei den Überhältern der Anteil des toten Materials von 6,9 auf 20,6% gestiegen ist. Auch der Anteil der *Phaenops*-Stämme ist bei den lichtstehenden Bäumen höher. Der Faktor Bestandesschluß wirkt sich dadurch besonders stark aus.

Erhöhte Aufmerksamkeit haben wir dem Auftreten der tierischen Schädlinge in Rauchschadengebieten gewidmet. Obgleich in den unter Einfluß des Industrierauches und der Abgase stehenden Beständen eine auffallende Steigerung der Absterbeerscheinungen zu verzeichnen ist, ist der Anteil der durch rindenbrütende Insekten befallenen Bäume relativ geringer. Ein primäres Übergreifen des *Phaenops*-Befalles auf gesunde Bäume ist hier auch bei wesentlich höheren Populationsdichten als in Wermsdorf nicht festgestellt worden. Ähnliche Beobachtungen konnte ich hinsichtlich des Auftretens von *Pissodes harcyniae* Hbst. und *Ips typographus* L. an rauchgeschädigten Fichten treffen.

Dagegen zeigte sich, daß knospen- und triebminierende Kleinschmetterlinge ihren Massenwechsel in diesen Gebieten wesentlich intensiver durchlaufen als in weiteren Entfernungen von den Emmissionsquellen. Auszählungen in Kieferndickungen und Stangenhölzern zeigten eine auffallende Verteilung des Befalls um die Industriewerke, nach der man allein durch das permanente Gradieren von *Evetria buoliana* Schiff. und *Exoteleia dodecella* L. die Reichweite der giftigen Gase nachweisen kann. Die Verteilung des Befalls stimmt mit der Windskala überein. Die Untersuchung der Parasitierung in industriebeeinflussten und nichtbeeinflussten Gebieten zeigte eine Abnahme der Prozent-

zahl zu den Rauchquellen hin. Ähnliche Beobachtungen machte auch Sierpinski (mündl. Mitt.) hinsichtlich der Parasitierung von *Exoteleia dodecella* im polnischen Industriegebiet um Łódź-Tomaszewo. Da die Parasitierung bei beiden Schadinsekten der wichtigste populationsregulierende Faktor ist, wird ihr Rückgang bei gleichzeitiger Herabsetzung der natürlichen Abwehrkraft der geschwächten Bäume als Ursache der langandauernden Gradationen angesehen.

#### LITERATURVERZEICHNIS

BUTIN, H. und REUSS, H.: Eine auffallende Erkrankung von Kiefernalthölzern. Allgem. Forstzeitschrift 1959, 14, 665—668. — CURRY, J. R. und CHURCH, Th. W.: Observation on winter drying of conifers in the Adirondacks. J. Forestry. 1952, 54, 114—116. — JUNGHANS, B.: Über den jahreszeitlichen Gang der Frosthärte verschiedenartiger Nadeln von *Picea abies* L., Archiv f. Forstwesen, 1959, 8, 285—336. — LANGLET, O.: Eine eigentümliche Schädigung am Kiefernwald nebst einem Versuch, ihre Entstehung zu klären. Svenska Skogsvarvdsföreningens Tidskr., 1929, 4, 423—461. — SCHÖNBACH, H.: Beobachtungen an Einzelstammnackkommen „einheimischer“ Douglasienbestände. Archiv f. Forstwesen, 1953, 2, 502—531. — TEMPLIN, E.: Kontrolle und Bekämpfung des Blauen Kiefernprachtkäfers (*Phaenops cyanea* F.) in erkrankten Kiefernbeständen. Forst und Jagd, 1959, 9, 514—517.

#### DISKUSSION

- H. FANKHÄNEL: *Phaenops cyanea* F. trat im norddeutschen Diluvialgebiet auf lehmigen Standorten dort auf, wo die Kiefer in Mischung mit Fichte vorhanden ist. Durch die trockene warme Witterung im Jahre 1959 ergab sich eine Schwächung der Kiefer durch Wasserentzug durch die Fichte mit nachfolgenden Prachtkäferbefall. In Harzungsbeständen wurden Herde vor allem im Staatl. Forstw. Betrieb Kyritz beobachtet. Ein verstärktes Vorkommen von *Phaenops* in Kiefernbeständen ergab sich auch nach vorhergehendem *Thecodiplosis brachyntera*-Befall (Staatl. Forstw. Betrieb Neuruppin).
- B. OHNESORGE: Ein Zusammenhang zwischen Raucheinwirkung und dem Auftreten eines an sich primären Insektes läßt sich möglicherweise auch in Westdeutschland feststellen. Im süd-niedersächsischen Bergland, in dem die Kleine Fichtenblattwespe sonst nirgends schädlich auftritt, befindet sich ein isolierter kleiner Fraßherd dieses Insektes, der sich unmittelbar gegenüber dem Schornstein eines Holzverkohlungswerkes befindet. Die Verteilung der Fraßschäden entspricht ungefähr der Intensität der Raucheinwirkung. Ein zweites Beispiel wurde mir von Forstmeister Dr. Wentzel aus dem Rauchschadengebiet von Stolberg bei Aachen mitgeteilt. Hier trat 1956 im Anschluß an eine Zone stärkster Rauchschäden, die unmittelbar der Rauchquelle vorgelagert war, der Fichtennestwickler, *Epiblema tedella*, verstärkt auf.
- A. KALANDRA: Ein Kiefernsterben kommt auch in der CSR vor. Wir untersuchten die Verbreitung und Symptomatik, die ortsweise verschieden sein kann. In unseren untersuchten Fällen waren es sehr oft Cenangiose und andere Mykosen, in einigen Fällen zugesellt Insekten. Die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen, doch zeigte es sich bereits, daß die Ursachen des Eingehens der Kiefern verschiedene sein können.
- H. FRANCKE-GROSMANN: a) Ist das Wurzelsystem der erkrankten Kiefern auf das Vorhandensein von krankheitserregenden Pilzen, eventuell einer falschen *Mycorrhiza* untersucht worden? b) Wird der Befall durch *Phaenops cyanea* und durch *Ips acuminatus* von auffallender Verblauung der Befallsstellen begleitet?
- E. TEMPLIN: a) Ausgedehnte Wurzeluntersuchungen führte Stoll (Eberswalde) an erkrankten Kiefern durch. Er fand im Boden Toxine, die allerdings endemisch vorkommen. Unsere Wurzeluntersuchungen (Bodeneinschläge an der Pfahlwurzel und den Seitenwurzeln) ergaben, daß die Wurzeln in der Regel erst dann Krankheitserscheinungen zeigen, wenn die Krone abgestorben war. Als Krankheitsursache scheidet dieser Faktor aus. b) Auf das Vorkommen von *Ophiostoma pini* in Fraßstücken von *Phaenops* und von *Ips acuminatus* wurde nicht besonders geachtet. Es scheint, daß *Ips acuminatus* eher als Wegbereiter der Bläue in Frage kommt (Form der Brutgänge und der Puppenwiegen).
- U. SCHINDLER: Hat man eine Vermutung, welches die Ursache für die geringe Parasitierung des *E. buoliana* in seinen Gradationsgebieten, die durch Rauchschäden bedingt sind, sein könnte?
- E. TEMPLIN: Die Ursachen des Parasitierungsrückganges sind bisher nicht bearbeitet worden. Die Emission giftiger Stoffe ist bei den Braunkohlenwerken besonders hoch und kann z. B. mehrere tausend Tonnen  $\text{SO}_2/24 \text{ h}$  betragen, wodurch die Bevölkerungsbewegung beeinträchtigt werden könnte.

- E. JAHN: Seit Herbst 1959 wird im pannonischen Klimagebiet Niederösterreichs ein sehr starkes Kiefernsterben, das sich auf alle Altersklassen erstreckt, beobachtet, Ausfall 50 bis 80%. Als letzte Ursache des Sterbens wurden zwei Pilze festgestellt und zwar im Herbst 1959 *Brunchorstia pini* und 1960 eine *Cenangium*-Art. Die primäre Ursache sehen wir in Witterungserscheinungen; im Vorjahre war eine ausgesprochene Trockenperiode und nachfolgend ein milder Winter.
- E. TEMPLIN: Stärkere Temperaturschwankungen haben Schäden an Kiefern auch in Schweden 1928 (Langlet) und in Amerika 1947/48 (Curry und Church) ausgelöst. Im Jahre 1952 beobachtete Liese in Eberswalde Schütteerscheinungen an Altkiefern, die er auf den späten Kälteeinbruch Ende März-April zurückführte und als „Frosttrocknis“ der Praxis erklärte. In den von uns untersuchten Gebieten Thüringens, Sachsens und Sachsen/Anhalts wurden zwei pilzliche Schädlinge festgestellt: *Armillaria mellea* und *Sclerophomaia pityophila*, beide als Folgeschäden. Ich bin der Auffassung, daß die in Österreich auftretenden Sterbeerscheinungen und auch das Vorkommen von Cenanginen in der CSR von unserem Komplex getrennt werden müssen. Aus diesem Grunde haben wir auch die Cenangiien-Befallsflächen in Mecklenburg (dort als Folge von *Thecodiplosis brachyntera*) vorerst ausgeklammert.

## DIE ZYKLISCHEN MASSENVERMEHRUNGEN DES GRAUEN LÄRCHENWICKLERS (*ZEIRAPHERA GRISEANA* Hb., *TORTRICIDAE*, Lepidoptera) IN DEN ALPEN

W. BALTENSWEILER

Entomologisches Institut der Eidg. Technischen Hochschule, Zürich, Schweiz

Sie alle kennen die herrschende Diskussion um die Vielzahl von Theorien zur Kausalbegründung populationsdynamischer Vorgänge, wobei immer wieder betont wird, daß die empirischen Grundlagen dazu noch allzu spärlich sind. Trotzdem sind gegenwärtig nach Morris (1960) insgesamt nur 7 langfristige Forschungsprojekte mit umfassender Zielsetzung im Gange. Die größten Schwierigkeiten, die sich der Ergründung populationsdynamischer Prinzipien entgegenstellen, dürften einerseits im Umfange der Arbeit, welche die Möglichkeiten eines einzelnen Forschers bei weitem übersteigen, und andererseits beim Forschungsobjekt selbst liegen. Ich möchte im folgenden kurz auf die wesentlichen Voraussetzungen, welche für ein günstiges Forschungsobjekt zu gelten haben, eintreten, um dann am Beispiel des *Grauen Lärchenwicklers* (*Zeiraphera griseana* Hb.) diese Voraussetzungen näher zu erklären.

Zu den dringendsten empirischen Grundlagen für populationsdynamische Arbeiten zählen quantitative Angaben über die Veränderungen natürlicher Feldpopulationen, wobei folgende Informationen zu unterscheiden sind:

1. Quantitative Angaben über die Gradation, d. h. die Populationsveränderung zwischen zwei Populationsminima;
2. Vergleichbare Angaben über die Fluktuation, d. h. die langfristige Populationsveränderung während mehrerer Gradationen, so daß die Intensität der einzelnen Gradation beurteilt werden kann.

Die Gradation kann durch zwei Variable, die Abundanz (d. h. Individuenzahl pro Stichproben-Einheit) und die Zeit charakterisiert werden.

Die Bestimmung dieser Variablen ist jedoch nicht so leicht, sei es, weil der Beginn der Gradation einer Feldpopulation kaum vorauszusehen ist, oder aber weil die Gradation erst dann erkannt wird, wenn allgemein sichtbare Veränderungen als Folge der Populationszunahme in der Biocoenose eingetreten sind. Zieht sich jedoch eine Gradation zu sehr in die Länge, z. B. über 20 Jahre hinweg, so werden Untersuchungen über die zweite notwendige Art von Informationen, die Fluktuation, fast verunmöglicht.



Schwerdtfeger (1957) charakterisierte die Fluktuation an Hand von Beispielen aus der Forstentomologie auf Grund des Eintretens forstlicher Schäden. Die Klassifizierung nach erkennbaren Veränderungen des Biotopes ist grundsätzlich nichts anderes als eine Ersetzung genauer quantitativer Populationszahlen durch ein Relativmaß. Es ist dies die naheliegendste Lösung, um Fluktuationsstudien rückblickend zu betreiben; sie dürfte aber auch in Zukunft als Ergänzung genauer Gradationstyp-Untersuchungen in einem größeren Areal von Bedeutung sein.

Schwerdtfeger unterscheidet 3 Schadentypen:

1. Der Latenztyp: Die Populationsdichte erreicht nie derartige Werte, daß Schäden entstehen;
2. der Temporärtyp: Die Biocoenose erleidet nur zeitweilig Schäden, d. h. die Populationsdichte steigt nur in einzelnen Gradationen zu hohen Werten an;
3. der Permanenztyp: Die Populationsdichte hält sich während längerer Zeit auf schadenstiftender Höhe, die einzelne Gradation dauert viele Jahre.

Auf Grund theoretischer Überlegungen, aber auch an Hand von Beispielen bei Säugetieren und Vögeln ist noch ein vierter Fluktuationstyp zu besprechen, nämlich:

4. Der periodische Typus: Die Populationsdichte schwankt in regelmäßigen Intervallen, so daß die einzelne Gradation durch eine Zeitspanne sichtbarer Schäden charakterisiert ist.

Wie bereits eingangs erwähnt, ist es nun die Aufgabe populationsdynamischer Studien, diese verschiedenen Fluktuationstypen kausal zu erklären. Selbst unter der Voraussetzung, daß das Problem der quantitativen Populationsermittlung gelöst sei, wird man leicht erkennen, daß die Schwierigkeiten angesichts der mannigfaltigen Typen der Dynamik noch groß sind. Es soll deshalb zum Abschluß dieser theoretischen Übersicht versucht werden, ein Modell einer Population zu beschreiben, welche für populationsdynamische Studien ideale Voraussetzungen bieten würde; nämlich:

1. Die Populationsdichten (Abundanz) aufeinanderfolgender Generationen sollen innerhalb kurzer Zeitspanne großen Veränderungen unterworfen sein;
2. Es sollte möglich sein, gleichzeitig auf relativ kleinem Areal verschiedene Gradationstypen untersuchen zu können;
3. Eine Gradation sollte höchstens einige Jahre dauern und sich regelmäßig wiederholen, so daß auch Fluktuationsstudien möglich sind.

Auf Grund der Kriterien müßte demnach diese Modellpopulation dem periodischen Populationstyp mit relativ kurzer Gradationsdauer angehören. So überraschend es auch erscheinen mag, aber diese idealen Forschungsverhältnisse finden sich bei unserem Untersuchungsobjekt, dem Grauen Lärchenwickler, in geradezu vollkommener Weise verwirklicht.

### Über Kahlfraßschäden des Grauen Lärchenwicklers in der Vergangenheit

Im Laufe der letzten Jahrhunderte tauchten in forstlichen Fachzeitschriften immer wieder alarmierende Berichte über eine totale Rotverfärbung ausgedehnter Lärchenbestände aus verschiedenen Gegenden der Alpen auf. Rätselhafterweise verschwand diese Krankheit mitten in der Vegetationsperiode meistens nach zwei Jahren wieder, um dann aber nach 8—10 Jahren wieder auszubrechen.

Systematische Nachforschungen in der Literatur aus dem gesamten alpinen Verbreitungsgebiet der Lärche zeitigten folgende Resultate:

In der Zeit von 1810 bis 1960 können 14 Massenvermehrungen nachgewiesen werden. Obschon die historischen Nachforschungen noch nicht abgeschlossen sind, kann bereits



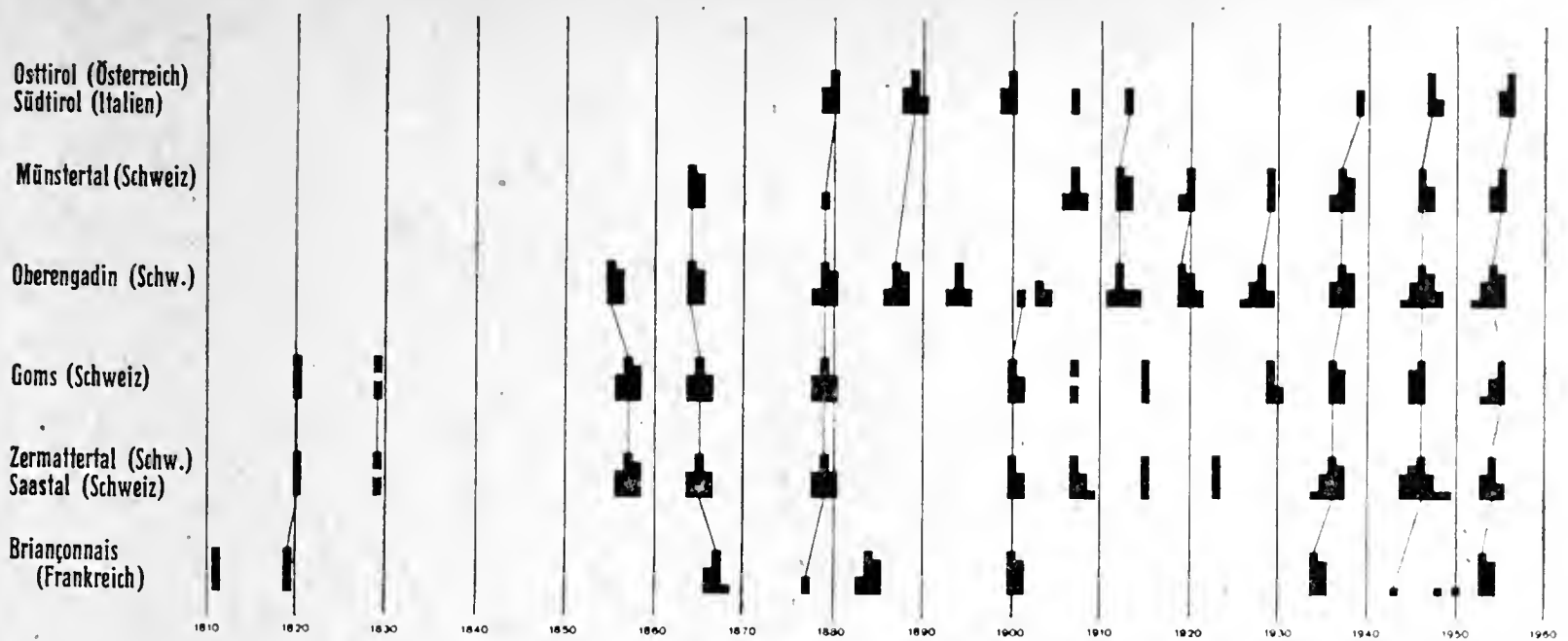


Abb. 1. Periodizität des sichtbaren Schadens von *Zeiraphes griseana* in den Alpen. Die Höhe der schwarzen Säulen ist ein gutachtliches Relativmaß des Schadens, für Säulen mit weißem Mittelfeld sind die Unterlagen unsicher.

jetzt schon beurteilt werden, daß sich die Schadenmeldungen besonders regelmäßig aus den folgenden Gebieten wiederholen (Abb. 1):

- dem Briançonnais, Dep. Hautes-Alpes, Frankreich
- dem oberen Wallis (Zermatt, Saas-Fee, Goms), Schweiz
- dem Oberengadin, Kt. Graubünden, Schweiz
- dem oberen Südtirol (Vintschgau, Pustertal), Italien
- dem oberen Osttirol (Windisch Matrei), Österreich.

Diese Gebiete sind demnach vom ökologischen Standpunkt aus als Optimumareale zu bezeichnen. Lokal verlaufen die Gradationen in diesen 5 Optima-Arealen ziemlich gleichartig: Die ersten sichtbaren Schäden erscheinen an bestimmten Lokalitäten in begrenztem Umfang, worauf dann in den beiden folgenden Jahren die Lärchenwälder des Areals ganz allgemein verheert werden. Für jedes einzelne dieser Optima-Areale können zugehörige Schadengebiete festgestellt werden, in welchen es nicht mehr regelmäßig zu Kahlfraß kommt, zudem verzögert sich hier der Höhepunkt der Gradation im Vergleich zu jenem des entsprechenden Optimum-Areals lokal um 2 bis 3 Jahre. Diese Verhältnisse wurden bereits für das Oberengadin und die weitere Umgebung im Detail abgeklärt (Abb. 2).

### Zum Nachweis verschiedener Gradationstypen

Die Ergebnisse der seit 1949 durchgeführten quantitativen Populationsuntersuchungen bestätigen, daß die seinerzeit gefaßte großzügige Stichprobenerhebung im Oberengadin die einzig richtige Forschungskonzeption für ein noch unbekanntes Problem gewesen war. Es ist gelungen, zwei voneinander verschiedene Populationsentwicklungen auf kleinstem Raume quantitativ zu ermitteln (Auer, 1961): Nämlich den sogenannten „Frühtypus“, dessen Population schon recht früh im Gradationsverlauf hohe Werte erreicht, der aber im Vergleich zum sogenannten „Spättypus“ weniger extreme Populationszahlen aufweist, sei es im Tiefpunkt oder im Höhepunkt der Gradation.

Der Frühtypus scheint sich in den eigentlichen Optima-Zentren, in den reinen Lärchenaltholzbeständen der sonnigen Talflanke, zu entwickeln, wo stets die ersten sichtbaren Schäden auftreten. Der Spättypus tritt hauptsächlich in den gemischten Lärchen-Arven-Beständen des Schattenhanges auf.

Schon im Jahre 1951 sind auch die sogenannten „Außenposten“, Stichprobenstandorte nördlich der Albula-Kette gegen Chur hin, in die quantitativen Beobachtungen einbezogen worden. Die Populationsbewegungen außerhalb des eigentlichen Optimum-

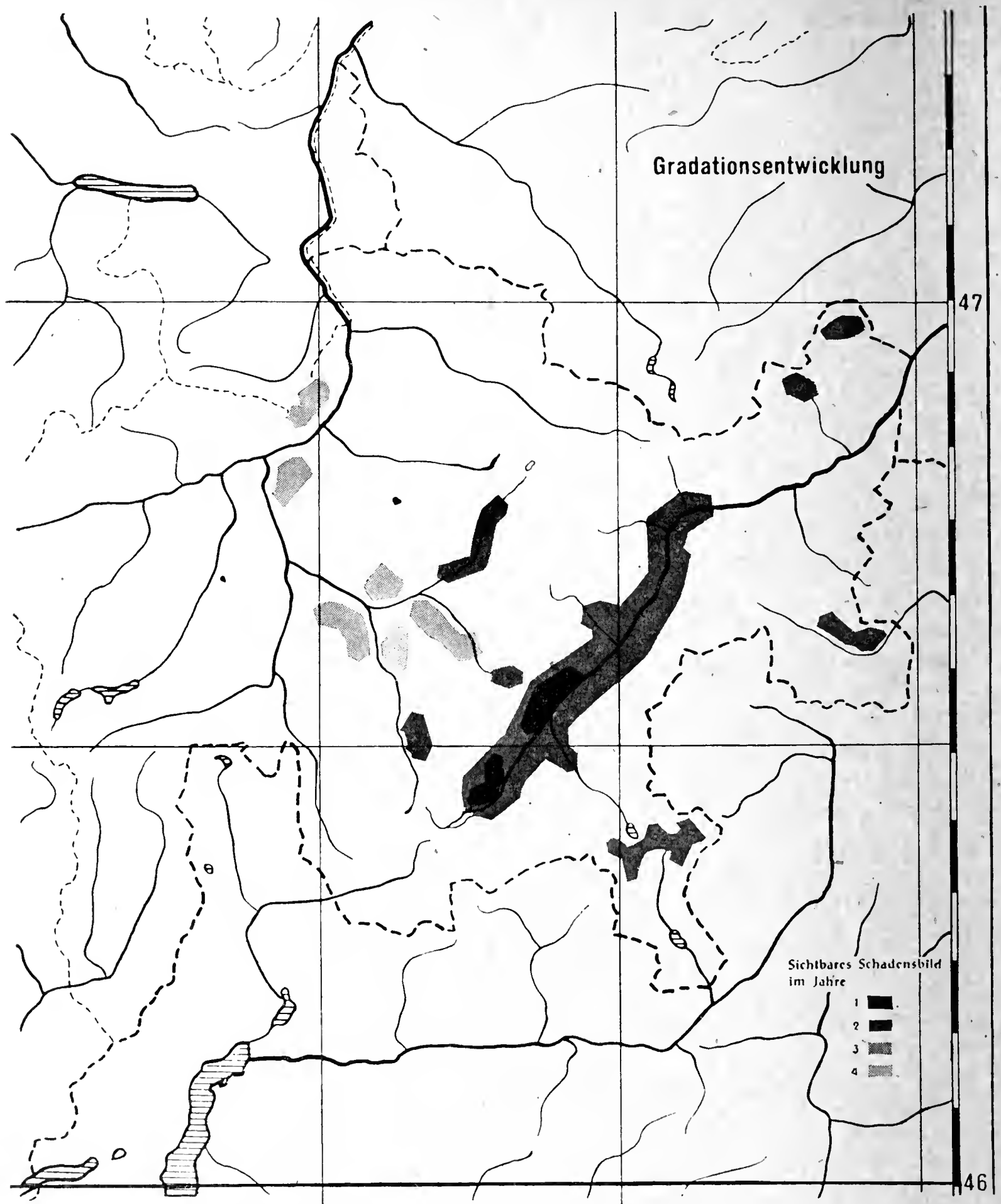


Abb. 2. Die zeitliche Gradationsentwicklung von *Zeiraphera griseana* im Kanton Graubünden (Schweiz), auf Grund der Schadenmeldungen während der letzten 10 Gradationen (1878—1958).

Areals sind, wie aus den Kurven für die gewählten Beispiele Brienz, Feldis und Trimmis hervorgeht, stark abgeschwächt. Neben der auffallenden Tatsache, daß die Höhepunkte der Populationsbewegungen zunehmende Verzögerungen erfahren (Abb. 2) ist auch noch darauf hinzuweisen, daß für den Standort Trimmis noch nie sichtbare Fraßschäden gemeldet worden sind.

Auf Grund der quantitativen Forschungsergebnisse während der jüngsten Gradation im Oberengadin, 1949—1958, stellt man fest, daß die Dichte der Raupenpopulation eines jeden Jahres stark gesichert von jener des Vorjahres abhängig ist. Dies ist von beson-

derer Bedeutung bei niedriger Populationsdichte, was für zwei Übergänge zwischen den Gradationen, 1949—1950 und 1958—1960, quantitativ nachgewiesen ist. Bedenkt man, daß durch den jährlichen Nadelfall der Lärche die Nahrungsbasis der Populationen konstant bleibt, und berücksichtigt man das regelmäßige Schadenauftreten in Perioden von 8—9 Jahren während 14 Gradationen, so darf man daraus den Schluß ziehen, daß im Optimum-Areal die Populationsbewegung in erster Linie durch artspezifische Prozesse im weitesten Sinne gesteuert wird. Auf Grund dieser quantitativen Beziehung darf die Fluktuation als eine zyklische bezeichnet werden (MacFadyen 1957).

Damit bin ich am Ende meiner Ausführungen, es bleibt noch zu erwähnen, daß meines Wissens damit der erste Nachweis einer zyklischen Populationsbewegung für ein Forstinsekt geleistet werden konnte, und daß deshalb *Zeiraphera griseana* in die gleiche Reihe mit den schönen Beispielen aus der kanadischen Säugetierwelt gestellt werden darf.

#### LITERATUR

AUER, Ch., 1961: Ergebnisse zwölfjähriger quantitativer Untersuchungen der Populationsbewegung des Grauen Lärchenwicklers (*Zeiraphera griseana* Hübner) im Oberengadin (1949/60). Mitt. schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. 37: 175—263. — MacFADYEN, A., 1957: Animal Ecology. Pitman Ltd., London. — MORRIS, R. F., 1960: Annual Review Entomology Vol. 5. — SCHWERDTFEGER, F., 1957: Waldkrankheiten. Parey, Hamburg/Berlin. 2. Aufl.

## UNGEWÖHNLICHE KNOSPENSCHÄDEN AN SITKAFICHTEN

H. FRANCKE-GROSMANN

Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Reinbek bei Hamburg  
(Siehe Tafel VIII)

Bei Untersuchungen über Schäden an den Maitrieben von Sitkafichten, einer Baumart, die in Schleswig-Holstein in größerem Maßstabe wegen ihrer Anspruchslosigkeit, Genügsamkeit, ihrer Raschwüchsigkeit und relativen Sturmfestigkeit vor allem als Aufforstungsholzart auf geringen Böden und in windexponierten Lagen benutzt wird, die aber leider von allerhand Schädlingen bedroht wird, fiel uns auf, daß im Frühjahr mitunter eine Anzahl von Knospen ohne ersichtlichen Grund nicht austreibt. Nun kann diese Erscheinung an sich durchaus normal sein, wenn es sich um untergeordnete Knospen handelt. In den von uns beobachteten Fällen handelte es sich jedoch um junge, wüchsige Sitkafichten und um Knospen, die sich an durchaus begünstigter Stelle, an den Enden von kräftigen Trieben, selbst an solchen aus der Wipfelregion, entwickelt hatten. Als Ursachen konnten zwei Schädlinge festgestellt werden, welche bisher in der Literatur noch nicht als Forstschädlinge genannt wurden.

Der eine dieser Schädlinge ist eine Wanze, *Lygus rubricatus* Fall., zu den Miriden gehörig, einer Gattung, welche eine ganze Reihe landwirtschaftlich bedeutungsvoller Schädlinge umfaßt. Die sehr lebhaft, heller oder dunkler rötlichbraune Wanze mit roten Zeichnungen (Abb. 1) ist insofern gut getarnt, als sie in ihrer Größe (etwa 4 mm), ihrer Farbe und ihrer Gestalt den Knospenschuppen der Fichten gleicht. Die Larven sind wie die Nymphen hellgrün mit roten Augen, sie erscheinen frühzeitig im Mai mit dem Austrieb der Knospen. Die Imago findet man im Juli. Das Weibchen beginnt sogleich mit der Eiablage, und zwar legt es seine Eier mit einem vierteiligen Legesäbel für gewöhnlich in die Rinde der Fichtentriebe, bevorzugt in die Rinde älterer Triebe, die nach voran-

gegangener Beschädigung durch das Dickenwachstum des Triebes geplatzt ist. Das 0,9 mm lange weißlich-gelbliche Ei wird dabei so tief in das Rindengewebe hineingeschoben, daß nur das schmale, flachgedrückte und eingesenkte Deckelchen sichtbar ist. Selten konnten auch Eiablagen zwischen die Deckschuppen junger Knospen beobachtet werden.

Die jungen Larven saugen an den diesjährigen Nadeln, die älteren Larven, die Nymphen und die Imago ebenfalls an Nadeln, vorwiegend aber an der jungen Sproßachse, oft in der Nähe einer Knospe. Die Stichstelle ist an einem herausgequollenen Harztröpfchen noch lange kenntlich; das Gewebe um die Stichstelle sinkt ein wenig ein, und beim Nachschneiden findet man das gesamte Stichfeld, so weit die Stechborsten reichen, gebräunt und die Zellen kollabiert.

Die sogleich sichtbaren Schäden sind in der Regel unbedeutend. Es kann zwar durch den Stich in die Nadel zum Fleckigwerden und zum Ausfallen einzelner Nadeln kommen, die Stiche in die Rinde des Triebes pflegen dagegen in der Regel ohne ersichtliche Folgen auszuheilen. Allerdings konnte in dem heißen und trockenen Sommer des Jahres 1959 in einem stark befallenen Sitkafichtenquartier in Südlage im Reinbeker Schloßgarten das Absterben zahlreicher Triebspitzen als Folge des Wanzenstiches in Kombination mit Wassermangel an 6jährigen Sitkafichten beobachtet werden (Abb. 2).

Am schwerwiegendsten sind die Einstiche in die Basis der jungen Knospen. Sie bewirken das baldige Absterben des Vegetationspunktes, auch wenn der Wanzenrüssel diesen nicht erreichte. Charakteristisch ist nun, daß sich im Knospenschuppenbecher des abgestorbenen Vegetationskegels in vielen Fällen sogleich Ersatzknospen bilden, — und zwar in der Mehrzahl — die im Spätsommer wegen Platzmangels aus dem alten Knospenbecher herauswachsen (Abb. 3, a und b). Da sie wesentlich zarter umhüllt sind als die normalen Knospen, fallen diese Ersatzknospen häufig winterlichen Frösten zum Opfer. Oft sind die aus solchen Ersatzknospen entstehenden Triebe mißgestaltet. Günstigenfalls können sie sich allerdings zu Trieben entwickeln, welche von normalen Trieben nicht zu unterscheiden sind. Das Schadbild ist an jungen Sitkafichten mitunter sehr auffallend, während an der Rotfichte, auf welcher die Wanze gleichfalls lebt, kein merklicher Schaden entsteht, da regelmäßig lebenskräftige Ersatzknospen gebildet werden. Die Verbreitung der Wanze dürfte sich zur Zeit über ganz Schleswig-Holstein erstrecken; es sind uns zwei besonders starke Vorkommen bekannt, das genannte kleine Sitkafichtenquartier im Reinbeker Schloßgarten und eine etwa 10jährige Sitkafichten-Naturverjüngung im Forstrevier Süderlügum, Südtondern.

Der zweite Schädling ist eine Eriophyide, welche bisher unbekannt war. Ich habe diese Milbe zur Bestimmung an den Spezialisten H. H. Keifer, Sacramento, Kalifornien geschickt, in der Annahme, es könnte sich um eine in der Heimat der Sitkafichte bekannte Art handeln. Keifer hat sie jedoch als neue Art erkannt und als *Trisetacus grosmanni* beschrieben.

Im Frühjahr findet man zwischen den Deckschuppen der Knospen befallener Sitkafichten in Massen die walzenförmigen, leicht gelblichen Milben (Abb. 4). Eine einzige Knospe beherbergt etwa 1000 Exemplare. Im Juni ist die befallene Knospe in der Regel vertrocknet. Die Milben beginnen zu wandern, sie begeben sich nun an die jungen Knospenanlagen der Maitriebe. In seltenen Fällen überlebt die Knospe den Befall, jedoch bleibt der aus einer solchen Knospe entstehende Trieb verkümmert oder stirbt nach dem Austreiben ab. Meist bleibt die kräftige Verlängerungsknospe des Triebes frei von Befall, mitunter wird aber auch diese besiedelt. Die sich aus den überlebenden normalen Knospen entwickelnden Triebe sind wegen des Ausfalls der konkurrierenden Triebe meist ganz besonders kräftig. Die von der Gallmilbe befallenen Sitkafichten haben daher mitunter ein ganz charakteristisches Aussehen, welches an die bekannten „Schlangenfichten“ erinnert. Ersatzknospen werden bei Milbenbefall naturgemäß nicht gebildet.



Biologisch dürfte der neue *Trisetacus* mehr zu den freilebenden als zu den gallbildenden Milben zu rechnen sein; die Knospenbestandteile zeigen in der Regel keine Neubildungen. Im Gegensatz zu *Lygus rubricatus*-Befall scheint eine individuelle Disposition der Fichte für den Milbenbefall ausschlaggebend zu sein.

Auch *T. grosmani* dürfte an den Sitkafichtenbeständen Schleswig-Holsteins weit verbreitet sein, und zwar an jungen und alten Bäumen. Da die Milbe noch unbekannt war, konnte zunächst nicht entschieden werden, ob sie mit der Sitkafichte nach Deutschland eingeschleppt wurde oder ob sie hier von der Rotfichte auf die Sitkafichte übergegangen war. Dieses Rätsel dürfte jetzt gelöst sein. Wir erhielten im Frühjahr von Herrn Dr. Thalenhorst eine Sendung von Fichtentrieben mit freilebenden Milben — es handelt sich nach Mitteilung von H. H. Keifer ebenfalls um eine zweifellos neue Art, und zwar um einen *Nalepella* —, welche in einigen Knospen auch den neuen *Trisetacus* beherbergten. Das Material stammte aus dem Forstamt Sieber im Harz, und zwar aus einer Höhe von über 700 m, aus einem reinen Rotfichtengebiet. Es scheint also klar zu sein, daß es sich bei der knospenbewohnenden Fichtengallmilbe um einen Schädling handelt, welcher von seiner ursprünglichen Wirtspflanze *Picea abies* auf einen Exoten, *Picea sitchensis*, überging und hier erst Schaden verursachend in Erscheinung trat, während er auf der heimischen Fichte keine auffallenden Ausfallserscheinungen verursacht. Beide Schädlinge werden wohl kaum je als gefährliche Forstschädlinge in Betracht kommen. Sie sind aber ein neues Beispiel dafür, wie stark die in Küstennähe so bewährte Sitkafichte durch einheimische Schädlinge gefährdet ist, und eine Mahnung, den Anbau dieser an sich so nützlichen Konifere nicht ohne zwingenden Grund auszuweiten.

#### LITERATUR

BROHMER, P., EHRMANN, P. und ULMER, G.: Die Tierwelt Mitteleuropas. Insekten, Teil I, Bd. IV, *Heteroptera* (H. Hedicke, Berlin), S. X 46. Verlag Quelle & Mayer, Leipzig. — KEIFER, H. H.: New Eriophyid Mites. *Annals of the Entomological Society of America* Vol. 52 (6) 1959, S. 649—657.

## LES DEGATS DES SCOLYTIDES DANS LES FORETS DE RESINEUX

R. ROUSCAU (France)

Manuskript nicht eingelangt

#### RESUME

Une vue générale des dégâts causés par les Scolytidae des Conifères n'est possible que par la réunion de renseignements émanant de diverses personnes.

Entre autres inconvénients, diverses causes entraînent, en ce qui concerne les descriptions et évaluations des dégâts, une hétérogénéité telle qu'elle interdit la réalisation de cette désirable vue d'ensemble.

Ces inconvénients conduisent aux suggestions suivantes:

I. — Le concept de «dégâts» gagnerait à n'être pas limité au seul point de vue économique, mais à être étendu à d'autres, et par exemple aux aspects particuliers que présentent les forêts attaquées.

II. — A s'en tenir au point de vue économique:

1<sup>o</sup> Un accord mondial sur une commune mesure de base pour toutes les évaluations permettrait des résultats numériques généraux, peut-être à leur tour générateurs d'utiles conclusions.

2<sup>o</sup> La diffusion universelle par chaque pays de l'état ainsi traduit de ses forêts, réalisée périodiquement et au cas de danger spécial, permettrait au moins d'efficaces précautions chez ses voisins.

Enfin, malgré les inconvénients signalés, nos quelques exemples rappellent l'importance trop souvent insoupçonnée ou oubliée (sauf des spécialistes) des dégâts résultant de l'attaque par les Scolytidae.

## NOTE ON *PERICLISTA ALBIPENNIS* Zadd. (HYMENOPTERA, TENTHREDINIDAE), A PEST OF CORK OAK (*QUERCUS SUBER* L.) IN PORTUGAL

F. AZEVEDO E SILVA

Direcção Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas Lisboa, Portugal

I.—Introduction: Cork oak (*Quercus suber* L.) is our most valuable forest tree and its stands cover about one fourth of the wooded area of Portugal. However it is subjected to the attacks of many insect pests and the most important now are the green tortrix (*Tortrix viridana* L.) and the Tenthreonid *Periclista* (*Apericlista*) *albipennis* Zadd., that is very improperly known by the common name of "green caterpillar" ("Lagarta verde"). This insect has been increasing since about 1950, and so far, no way of controlling it has been found.

Trying to find some published information about its bionomics proved to be a failure and so it was thought that this note might clear some points about this species.

In the course of this year's season, periodical collections were made in the field, and at the same time the Tenthreonid was bred in the laboratory.

II.—The first time we know of Tenthreonid larvae attacking Oaks in Portugal, and preferring Cork oak, is mentioned by Seabra (1923): 15 in an unpublished report of his studies on "Burgo", common name of a group of various larvae attacking oaks. Baeta Neves (1954) also mentions it but in both papers the name of species is not given or is not definitely confirmed.

There is still another work written by a Spanish forester, that I have not been able to see, that also mentions, with doubts, *P. albipennis* under the name *Apericlista albipennis*. All other papers that we know of are in the references at the end of this note. Very few details are given in any of these works and that is why we thought that this brief note may be of interest.

III.—As we have already said everything has been the result of observations in the field and in the laboratory. Collections were made in the field at various periods and some insects were bred in the laboratory, from the end of 1959 until now.

From pupae of last year's season two species of parasites emerged: *Hymenoptera*, *Ichneumonidae*, *Psilosage discendens* Schmied. female (det. by Mr. G. J. Kerrich), and a *Diptera*, *Bombyliidae*, *Cyllenina macullata* Latreille.

Adults collected flying around and on leaves of Cork oak in April 14th, proved to be *P. albipennis* Zadd. and *P. andrei* Konow (det. by Mr. R. B. Benson). From the cocoons only the former hatched.

We have not been able to collect eggs and so there is still a missing link in our study that we hope to find in the course of next season.

Larvae were found on the leaves of Cork oak, more often on the under side. They are very difficult to see because their colour blends very well with that of the leaves.

## H. FRANCKE-GROSMANN: Ungewöhnliche Knospenschäden an Sitkafichten

Abb. 1. (oben) *Lygus rubricatus*-♀.

Abb. 2. (rechts oben) Triebspitzenschäden als Folge von Befall durch *L. rubricatus*, verstärkt durch einen heißen und trockenen Sommer.



Abb. 3. Sitkafichtenknospe, von *Trisetacus grosmani* befallen (Mai).



Abb. 4. a Ersatzknospen an Sitkafichtentrieb. b Längsschnitt durch einen Trieb mit Ersatzknospen. Die Spitzenknospe ist abgestorben, nur die untere Knospe rechts ist normal.

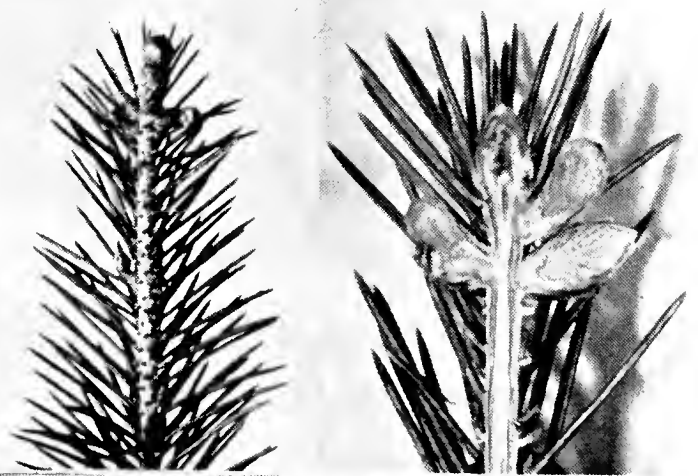


Abb. 5. Schadbild des *T. grosmani* an Sitkafichte.



E. MERKER: Die mikroskopischen Saugschäden der beiden gefährlichen mitteleuropäischen Wolläuse (*Dreyfusia*) im Gewebe der Weißtanne

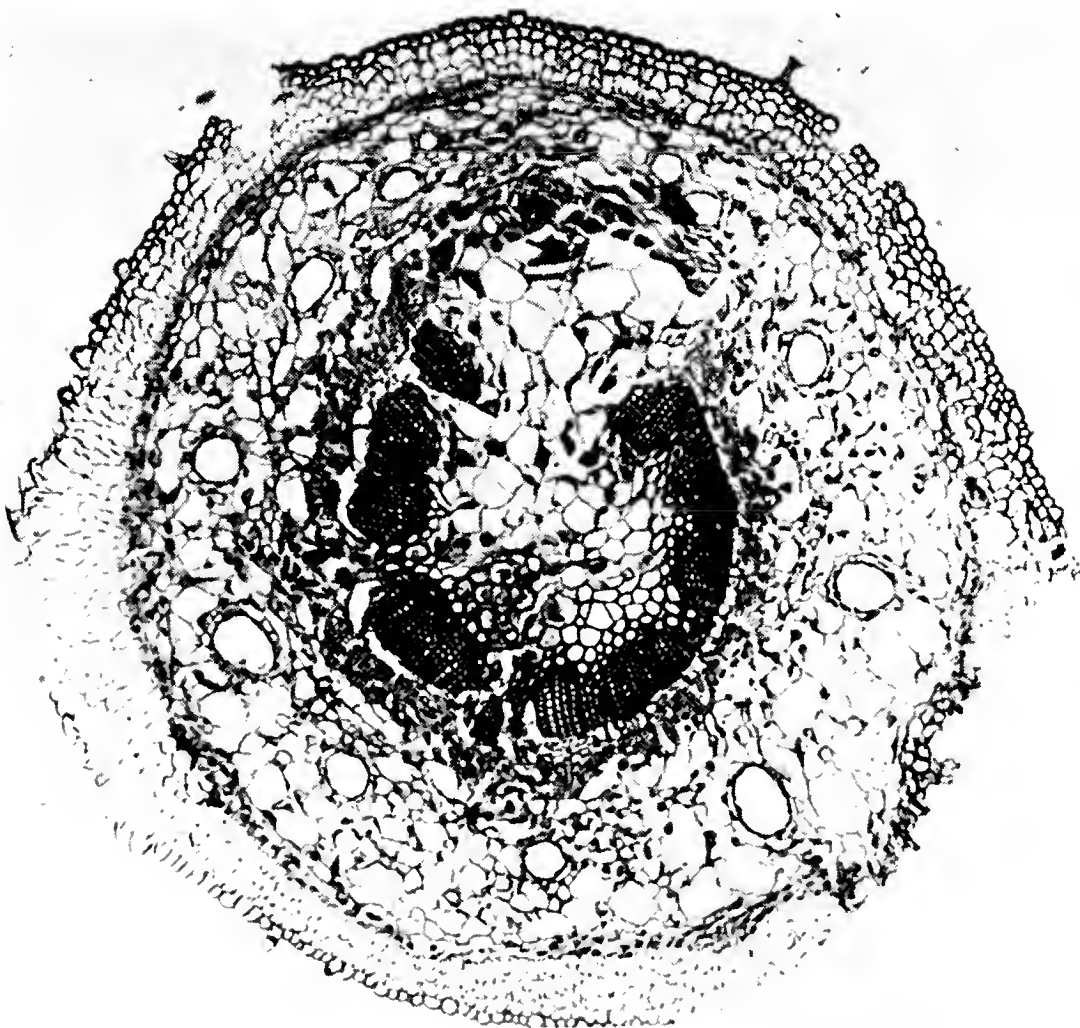
Abb. 1. Eine 5½ jährige Weißtanne vom Gipfel her stark von *D. merkeri* befallen. Haupttrieb und einige Seitenäste im Absterben. 1—2jährige Tannen gehen an diesen Schäden zugrunde. Ältere bleiben mitunter am Leben, wenn ein Seitenzweig sich senkrecht stellt und die abgestorbene Spitze ersetzt.



Abb. 2. Angeschwollene und rissig gewordene Stammrinde einer 5—6jährigen Weißtanne nach starkem Befall von *D. merkeri*.



Abb. 3. Querschnitt durch Trieb von *abies alba*, befallen von *D. merkeri*. Ein Lausstichkörper quer getroffen. Er ist an seinen übergroßen, wirr angeordneten Zellen erkenntlich. Mark, Holz, Kambium und Rindenparenchym sind in der Stichfläche verschwunden.





The pupae are in the soil, near the attacked trees, enclosed in cocoons with earth sticking to them; we found them at a depth of from 3 to 7 cm.

In the laboratory, some pupae were kept buried in sand, in glasses, and emergencies of adults or parasites were duly recorded. A few of them were opened to examine and collect prepupae; the rest is still under observation to try to confirm what Giraud (1871) says.

The adults were put in glass vials with some sand on the bottom and a small Cork oak branchlet.

We hoped they would lay their eggs, either on the branches or the leaves, but we met with no success.

Larvae were fed with fresh Cork oak leaves and had a layer of sand so that they could bury themselves whenever they wanted. They duly made their cocoons and are now in the open air until they emerge. All glasses and glass vials are covered with cloth so that no insect can escape.

Collections of live specimens in the field were put in plastic bags, together with a branch with some leaves until they could be sorted out and put in the glasses.

#### IV.—Report of the observations made

We were able to observe the emergency of adults and parasites from cocoons collected in the field as well as follow the biological cycle from very small larvae until the digging in and making of this season's cocoons began. Field collected specimens were compared periodically with our own breedings in the laboratory.

#### V.—DISCUSSION

From our observations we arrived at the conclusion that, in 1960, the life-cycle of *P. albipennis* Zadd. can be briefly outlined as follows:

Prepupae: From, probably, June 1959 to April 1960.

Pupae: About 9.3 mm long by 4.5 mm. First 10 days of April. (We found on April 9th, a few liquefied prepupae [Histolysis?] [26—60].) This number refers to our records.

Adults: We made our first collection of adults at Quinta Grande on April 14th, and 15th and in the laboratory (12 & 13) emergencies went on until the 21st.

The only adult we could keep a record of, a female, lived 5 days. They are described by Enslin (1918) and Berland (1947).

Larvae: From the last 10 days of April to the middle of May. In the field we collected the first, very small larvae on April 12th. They began to dig in the first half of May. (In the laboratory, on May 2nd [36—60] and in the field on 13th [54—60].) On the 24th no healthy larvae were found on the surface (54—60 A).

The larvae were described by Pasteels (1948) and Weiffenbach (1955).

Parasites: Only from the pupae has it been possible to obtain two species of parasites, in the laboratory: they were

(31—60) *Psilosage discendens* Schmiedeknecht (Hymenoptera, Ichneumonidae), from 30 pupae collected in the field on April 15th, Quinta Grande (Coruche).

Emergence on 26th to 29th. No. 6 specimens; adults lived about 3 days, with no food. (Determined by G. J. Kerrich of the Commonwealth Inst. of Entomology [letter of 27. July 1960] who kindly informed me that this species was described from a number of female specimens caught on small *Quercus* in early June in Thuringia, Germany.) Mr. Kerrich has asked for some more specimens of both sexes and we duly sent him 3 more (August, 4th). (2 males & 1 female.)

(32 & 33—60) *Cyllenia maculata* Latreille (Diptera, Bombyliidae). From 19 pupae; Quinta Grande (Coruche) 24 March, 1960. Emergence on 21st to 27th May. They lived about 3 days. No. 3 specimens. (Determined by H. Oldroyd.)

It should be noted that we had to work with no trained staff and for that reason our records could not be as accurate as we would like them to be. Besides, we had other matters to attend to, and so could not follow closely what was happening, both in the field and in the laboratory.

However, we hope that we have helped to clear a few points that, as far as we know, had not yet been studied.

There are still many points to be cleared and some of them are the following:

Is *P. albipennis* a parthenogenetic species? Berland does not mention it.

Which is the most frequent? *P. andrei* or *P. albipennis*? From my observations I think the later is really the species that is responsible for the main damage to our Cork oaks, but that opinion is still subject to confirmation. (4 males + 3? = 7 and only 3 *P. andrei*.)

Mr. R. B. BENSON says that the first four specimens I sent him, were probably the undescribed male of *P. albipennis* Zadd. but Berland (1947) mentions a male collected in Vincennes, April 8th, 1869 by J. de Gaule. The same author does not describe *P. andrei* Konow, and I could not find this species anywhere except in Enslin (1918), who does not give any details about it. Incidentally, there seems to be no agreement about the two genera *Periclista* and *Apericlista*. That is a subject that I cannot go into but surely would like someone to enlighten me about it.

We have in our collection a specimen identified by R. Forsius as *P. andrei* Konow, collected in Evora, 26-V-924 (no. 1657).

GIRAUD (1871) thought that the pupae have a tendency to hatch two years from the digging in of the larvae. That point will perhaps be confirmed next year and, from the aspect of the prepupae, it may well be so.

We have been unable to look at some of the papers dealing with the species we mention and so we cannot compare our observations with those of these authors.

#### REFERENCES

- BAETA NEVES, C. M. L., 1954: La Forêt du Portugal et ses Problèmes d'Entomologie Forestière. Proceedings of the Tenth International Congress of Entomology 4, 257. — BERLAND, L., 1947: Hymenoptères Tenthredoïdes, 241. — CUELLAR, A. RUPEREZ, 1957: La Encina y sus Tratamientos, 123. — DALLA TORRE, C. G. DE, 1894: Catalogus Hymenopterorum 1, 182; 3, 304. — ENSLIN, E., 1918: Die Tenthredinoidea Mitteleuropas, 278—279. — GIRAUD, J., 1871: Observations sur les fausses chenilles epineuses qui vivent sur le chêne et biologie de la *Dineura verna* Klug. Ann. Soc. entom. France, 380—388. IMMS, A. D., 1951: A General Textbook of Entomology, 564—565. — <sup>1</sup>PASTEELS, J., 1948: Bull. Ann. Soc. entom. Belgique, 84—89. — <sup>1</sup>WEIFFENBACH, 1955: Ent. Zeit. 65, 83—85.

## DIE MIKROSKOPISCHEN SAUGSCHÄDEN DER BEIDEN GEFÄHRLICHEN MITTELEUROPÄISCHEN WOLLÄUSE (*DREYFUSIA*) IM GEWEBE DER WEISSTANNE

E. MERKER

Freiburg i. Brsg.

(Siehe Tafel IX und X)

Seit Eichhorn (1957) zwei gefährliche Tannenläuse in Mitteleuropa festgestellt hat, war es ein Bedürfnis, ihre mikroskopischen Schäden zu vergleichen, die sie in den Kronenspitzen von Tannen aller Altersklassen verursachen. Es werden dabei nur die Saugschäden von *Dreyfusia nüsslini* und von *D. merkeri* (Eichhorn) berücksichtigt, da die *D. piceae* als reine Stammlaus ungefährlich ist. Im folgenden stütze ich mich auf die umfangreichen Untersuchungen meiner Schülerin G. Oechsler.

<sup>1</sup> Denotes that the author has not seen these papers. They were both mentioned by Mr. R. B. BENSON in his comments about the specimens sent to him (letter dated 19. V. 1960), by the author.

Abb. 1 zeigt den Trieb einer 5<sup>1</sup>/<sub>2</sub>jährigen Tanne, der nach starkem Befall von *D. merkeri* abgestorben ist. Auf einem mikroskopischen Querschnitt waren bei dichtem Lausbesatz die Sauggebiete der Tiere rings um die Achse zu erkennen (Abb. 6). In einem jungen Trieb werden nach dem Saugen der Läuse weder gesundes Rindenparenchym, noch Kambium, noch Holz und Mark ausgebildet (Abb. 2). Es leuchtet ein, daß abnormale Stichfeldzellen im Transportsystem der Pflanze ein Aufsteigen von Wasser unterbinden, wodurch die Triebspitze vertrocknet (Abb. 1).

In den Stichfeldern entstehen ungewöhnliche große Zellen, die in den ersten 60 Tagen ihrer Entwicklung bei beiden Lausarten gleichartig bleiben (Abb. 3). Nach einem Jahr jedoch haben sich nach dem Saugen von *D. merkeri* Riesenzellen gebildet, die sich statistisch gesichert von den Zellen des *nüsslini*-Stichfeldes unterscheiden lassen.

Tabelle 1

Mittlere Länge und Breite der Stichfeldzellen von *Dreyfusia nüsslini* und *D. merkeri* im Gewebe von Maitrieben der Weißtanne

Lausart	Parenchymzellen	Anzahl der Messungen	Arithmetisches Mittel M	mittlere Fehler des Mittelwertes m
<i>Dreyfusia nüsslini</i> .....	Länge	100	54,46	1,83
	Breite	100	34,47	0,90
<i>D. merkeri</i> .....	Länge	100	83,49	2,16
	Breite	100	51,38	1,25 <sub>a</sub>

Tabelle 2

Größenunterschied zwischen den Stichfeldzellen von *Dreyfusia nüsslini* und *D. merkeri*

Parenchymzellen	Differenz M <sub>1</sub> —M <sub>2</sub>	mittlerer Fehler der Differenz	Sicherheitskoeffizient K
Länge .....	29	2,83	10,24 > 3
Breite .....	17	1,54	11,04 > 3

Die Lausstichfelder bleiben mikroskopisch auch dann noch unterscheidbar, wenn die Urheber der Schäden bereits tot sind. Von der Rinde werden sie ja erst nach einem Jahr völlig ausgebildet, was keine der Urheberläuse erlebt. Diese Beobachtungen sprechen nicht gegen das bekannte rasche Absterben von Jungtannen nach sehr starkem *nüsslini*-Befall.

Die Schäden der Läuse im Gewebe der Pflanzen lassen sich durch ein Verfahren von Barner (1957) körperlich darstellen. Dabei werden die Dimensionen der Zellen, die auf einem Radius des Triebes von der Rinde bis zum Mark liegen, auf einem normalen und einem transformierten Koordinatensystem aufgetragen. Wiederholt man dieses Verfahren nach bestimmten Zeiten, so läßt sich die zeitliche Veränderung der Stichfelder beider Läuse darstellen. Es bestätigt sich dabei erneut, daß die Zellen der *merkeri*-Stichkörper größer werden als die der *nüsslini*-Laus.

Die Unterschiede der Stichfelder beider Läuse lassen sich noch auf eine andere, eindrucksvolle Weise (Barner 1957) darstellen: Man summiert die Flächenwerte der Zellen, die auf einem Radius eines Triebes liegen, und trägt sie auf der Ordinate ab. Die Abszisse zeigt die Anzahl der Zellen. Bei einem gesunden Trieb entsteht eine geknickte Kurve wegen der kleinen Kambial- und Holzzellen. In den Lausstichfeldern sind alle Zellen gleichartig. Es entsteht daher eine stetig ansteigende Kurve. Sie wird weniger steil durch

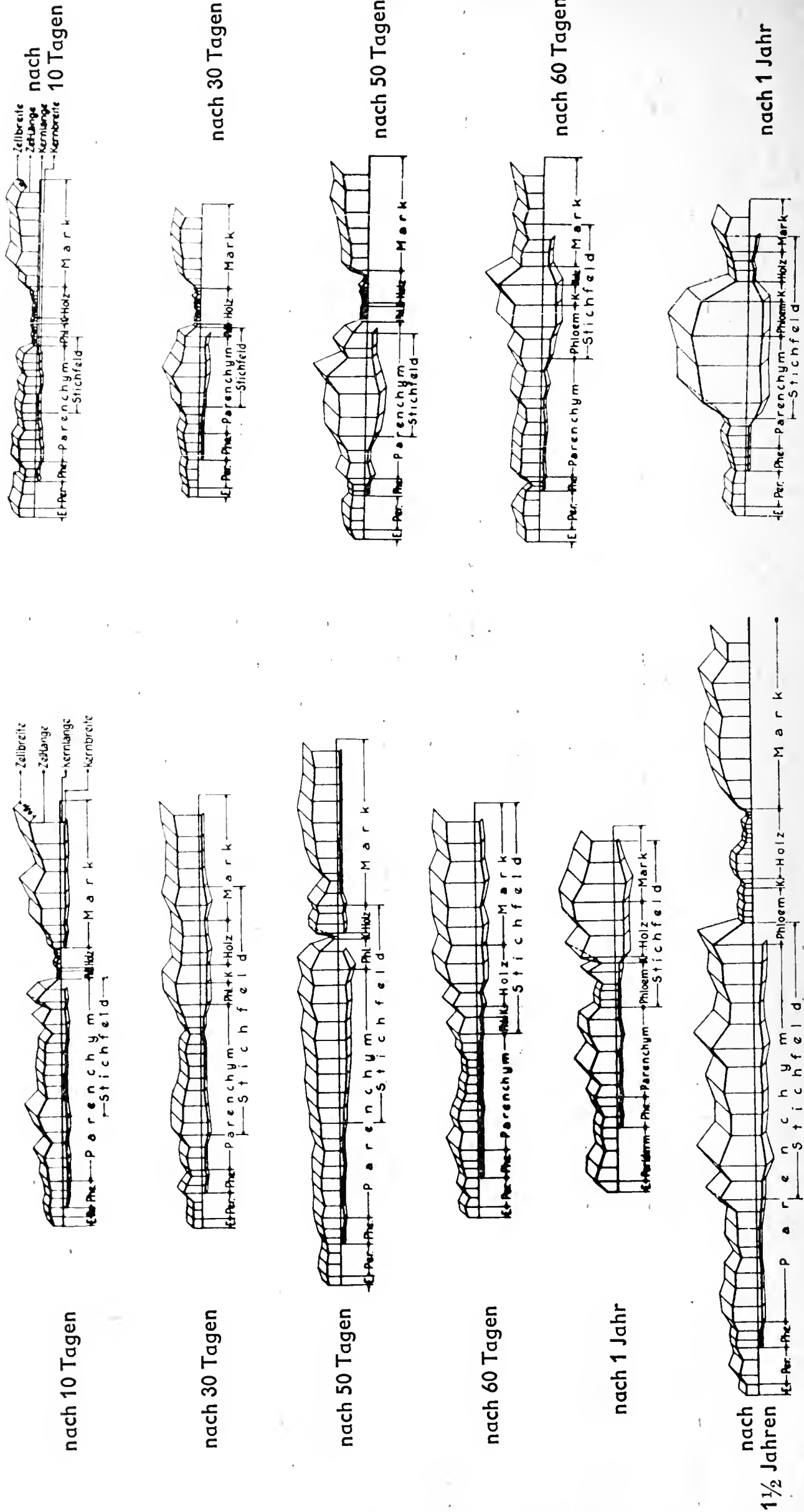


Abb. 4. Zeitliche Entwicklung der Saugschäden von *D. nüsslini* und *D. merkeri* im Gewebe von *Abies alba*. Die körperliche Darstellung der Stichfeldzellen auf einem Radius durch den Stichkörper von *D. merkeri* nach einem Jahr beträchtlich größer als von *D. nüsslini*. Darstellungsmethode Koordinatentransformation nach Barner (1957).



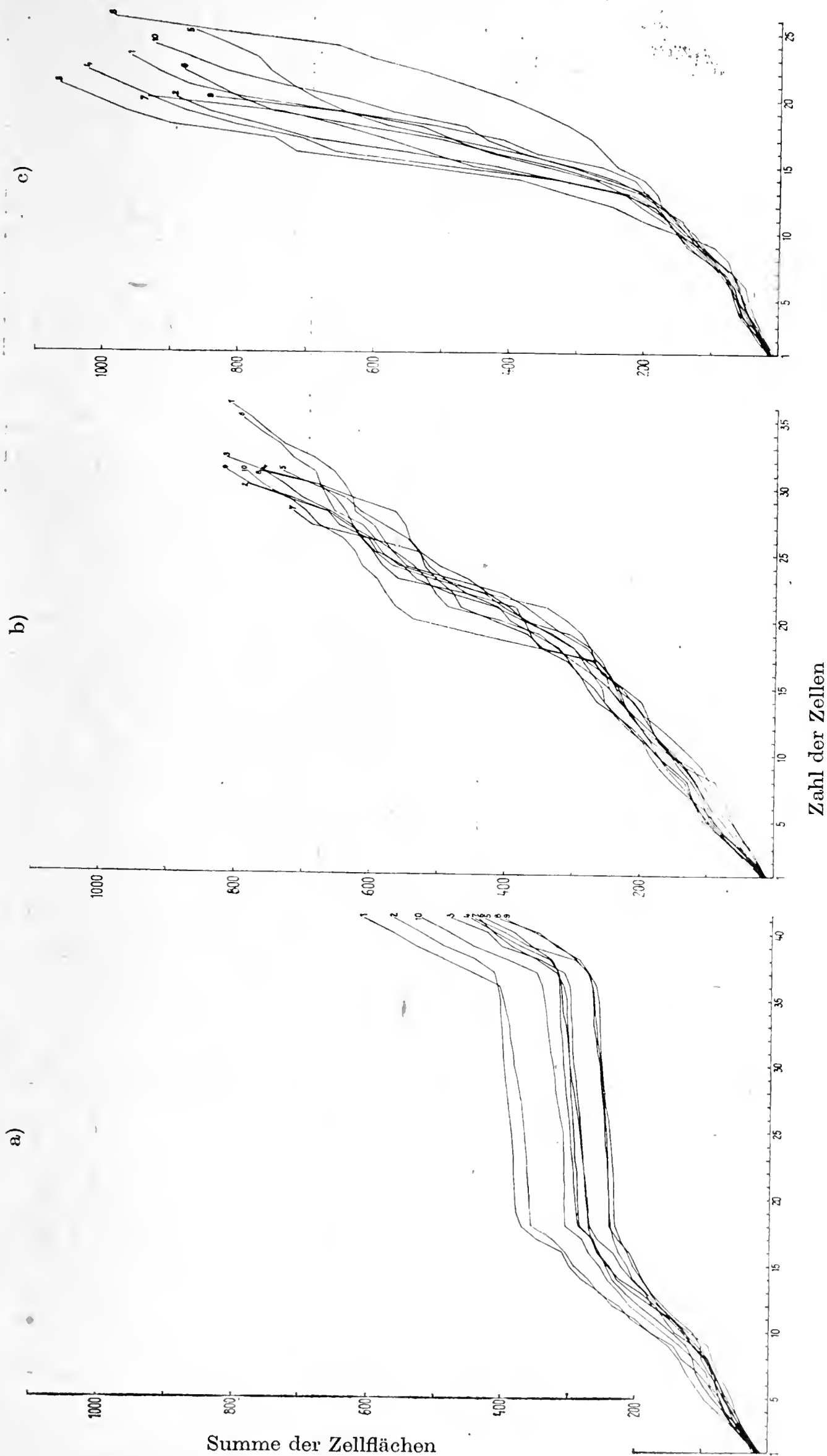


Abb. 5. Die Summen der Zellflächen, die auf einem Radius durch einen Weißtannentrieb liegen.  
a) Gesunder Trieb; b) Trieb mit *nüsslini*-Sauggebiet; c) Trieb mit *merkeri*-Stichschäden.

die *nüsslini*-Laus, steiler jedoch bei *D. merkeri*. Die Steilheit der Kurve ist von der Zellgröße abhängig. Die größeren Zellen der *merkeri*-Stichfelder bewirken ihre steilere Kurve. Auf mikroskopischem Wege wird also durch die Spezifität der Stichfelder erneut bestätigt, daß die *D. merkeri* ein selbständiges Tier ist.

Hieraus ergibt sich, wo und wie die gefährlichen Schäden der Tannenläuse entstehen. In jungen Trieben reichen die Stechborsten der Läuse bis ins Kambium. Sie verändern die Leistungsgewebe und unterbinden den Wasseraufstieg. Wie erwähnt, vertrocknen hierdurch die Triebteile über den Stichen. Das gilt sowohl für jüngste, junge und alte Tannen. Stammbefall ist bei allen drei Tannenläusen ungefährlich wegen der Dicke der Rinde. Selbst jüngste Tannen werden durch Stammbefall nicht mehr getötet, wenn die Lausstechborsten das Kambium nicht erreichen. Das Rindenparenchym wird aber zum großen Teil krank und schwillt an. Die Pflanze trennt es durch Wundperiderme von ihrem gesunden Körper (Abb. 2 und 6).

An alten Stämmen tritt grundsätzlich das gleiche ein. Infolge ihrer dicken Rinde wird aber nur der äußerste Teil (etwa 2 mm tief) des Parenchyms krank, der die Baumgesundheit nicht merkbar beeinträchtigt. Bei dichtem Befall entsteht ein lückenloser Zylinder kranken Gewebes, der in 14—16 Monaten durch Wundperiderm vom gesunden Parenchym abgesondert und mit der Zeit wie Borke abgeschilfert wird (Abb. 8). Den Läusen gelingt es dann nicht mehr die kranke Rindenzone zu durchstoßen und gelangen daher nicht mehr in nährendes, gesundes Gewebe. Sie müssen abwandern oder verhungern (Abb. 7).

Die Abtrennung der kranken Stichgebiete von der gesunden Rinde stellt eine Selbstreinigung der Bäume von ihren Peinigern dar (vgl. Kloft 1955). Dieser Schutz verliert sich jedoch nach einigen Jahren, wenn die abschilfende kranke „Borke“ dünner und dünner wird (Abb. 8). Der Selbstschutz der Bäume gegen Läuse ist daher nicht von langer Dauer. Ist er verschwunden, so beginnt die Besiedlung der Rinde durch die Läuse von neuem (Abb. 8).

#### LITERATUR

OECHSLER, G., 1960: Studien über die Saugschäden mitteleuropäischer Tannenläuse im Gewebe einheimischer und ausländischer Tannen. Dissertation Freiburg i. Brsg. Dort weitere Literatur.

## DIE BEKÄMPFUNG VON WALDSCHÄDLINGEN DURCH GEEIGNETE DÜNGUNG DER BESTANDESBÖDEN

E. MERKER, Freiburg i. Breisgau  
(Siehe Tafel XI)

Durch umfangreiche Studien an Borkenkäfern wurde geklärt, daß ausreichende Bodenfeuchte und Düngung den Kerfen Schwierigkeiten beim Besiedeln ihrer Wirtspflanzen machen. Hoffmann 1916, Merker, Brauer Zinecker 1949, Merker und Müller 1951, Merker 1955, 56 a, b, 1957. Auch andere Schädlinge erlitten durch Düngen mit Kalziumsalz, Stickstoffsalz und Phosphorsalz erhebliche Verluste. Vor allem die Raupen von Nonnen, Schwammspinner, Forleule und Afterraupen von Blattwespen starben bei gedüngtem Futter zu mehr als 50%, während an ungedüngter Nahrung viel geringere

Tabelle 1

Raupensterblichkeit nach Behandlung der Futterpflanzen mit verschiedenen Düngemitteln  
(Laborversuch nach Büttner)

Nr.	Versuchs-jahr	Versuchstiere	Raupenmortalität in % bei:								
			Ca	N	N+Ca	P	K	Spuren- elemente	N+P+K	N+P+K+Ca	ungedüngt
I	1955	Nonnenraupen	70	—	77	58	32	—	—	78	44
II	1956	Fi-Blattwespenlarven	96	76	—	82	31	18 <sup>1</sup>	44	83	59
III	1957	Schwammspinnerraupen	64	59	—	54	49	56 <sup>2</sup>	—	—	33
IV	1958	Schwammspinnerraupen	91	40	—	—	—	—	—	—	21

Anmerkung: Nr. I—II: Freilanddüngung mit Flüssig- und Streudünger. — Nr. III: Versorgung der Futterpflanzen mit verschiedenen Nährsalzen im Hydrokulturverfahren. — Nr. IV: Düngung getopfter Pflanzen.

Spurenelemente: <sup>1</sup> nur Mn + B. — <sup>2</sup> A—Z-Lösung nach Hoagland.

Ausfälle entstanden. Es gibt heute bereits eine große Anzahl von Versuchen dieser Art, die alle ähnliche Ergebnisse hatten (Tab. 1, Büttner 1956, Merker 1958, Oldiges 1958 und 1959, Büttner 1960, Merker 1960).

Das Absterben der Raupen während ihrer postembryonalen Entwicklungszeit erfolgt hauptsächlich während der ersten Häutungsstufen. Die älteren Raupen sind weniger empfindlich gegen die Düngung. Nach etwa 50—60 Tagen sind ihre Verluste wieder nahezu normal.

Ganz ähnliche Ergebnisse ließen sich an der Kleinen Fichtenblattwespe im freien Bestand erzielen. Hierdurch erhält diese Art der Biologischen Schädlingsbekämpfung eine praktische Bedeutung. Im Freiburger Mooswald, dessen Fichtenbestände seit langem von der Kleinen Fichtenblattwespe stärkstens heimgesucht werden, düngten wir mit Kalkammonsalpeter (etwa 1500 kg je ha) und hatten den Erfolg, daß die After-

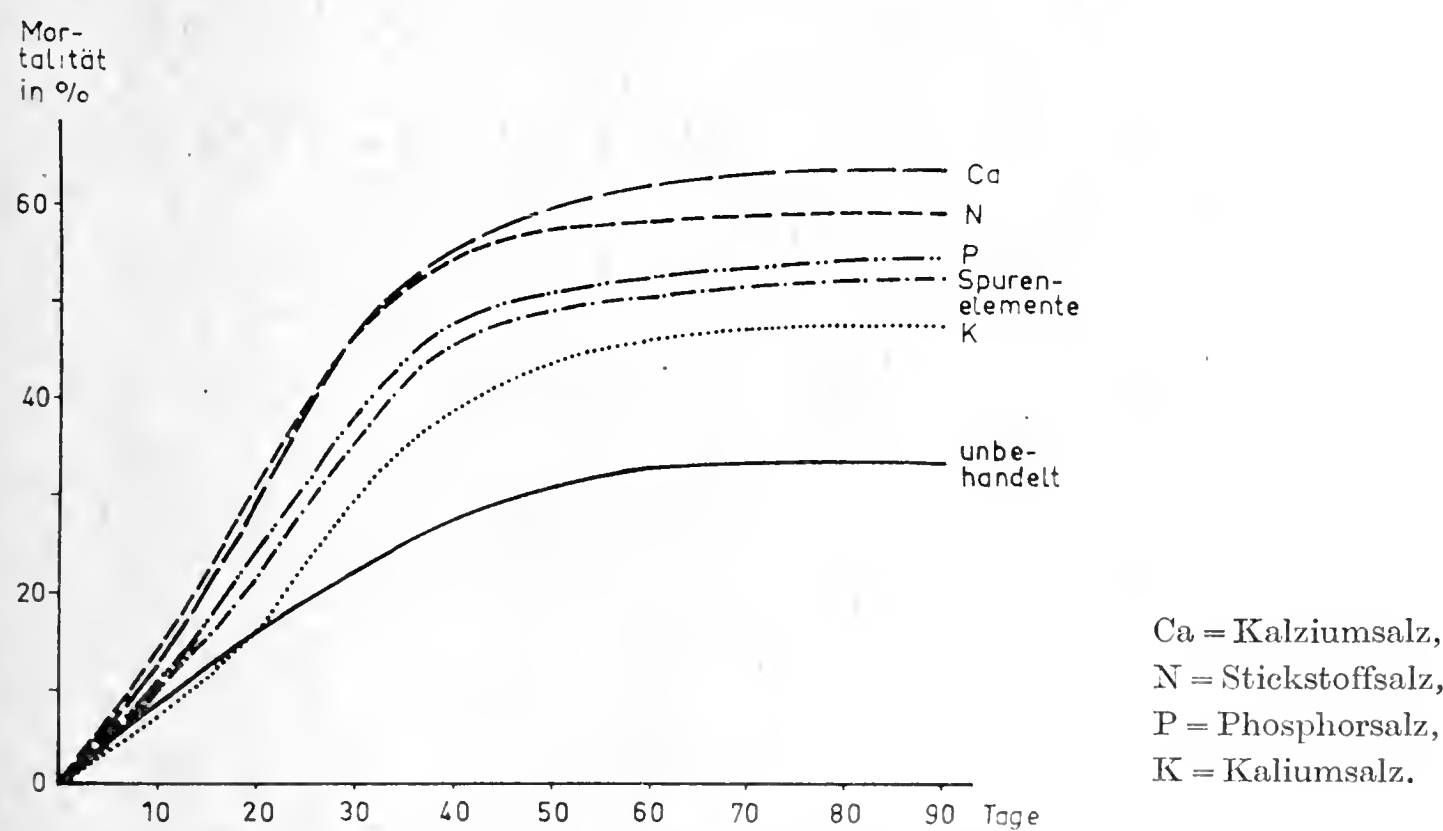


Abb. 1. Ansteigende Sterblichkeit der Jungrauen während der Entwicklung von Schwamm-spinnerlarven nach Düngung der Wirtsbäume mit verschiedenen Stoffen (Büttner, Versuch 1957)

raupen nach wenigen Monaten zu 65% vernichtet wurden. Das gleiche ergab sich auf einer 1 ha großen Fichtenfläche bei Sinzheim, über 100 km von Freiburg entfernt, die

mit 10 Ztr. reinem Stickstoff, dem Harnstoff  $\text{C} \begin{matrix} \nearrow \text{NH}_2 \\ = \text{O} \\ \searrow \text{NH}_2 \end{matrix}$ , gedüngt war.

Die Erfolgskontrolle wurde nach dreierlei Methoden durchgeführt:

- 1. Der Nadelfraß war auf den gedüngten Flächen um 50% geringer als auf der ungedüngten.
- 2. Auf den gedüngten Flächen ergab sich eine Kokonverminderung in der Streu um 65%.
- 3. Es entsprach dieser Feststellung, daß auch die Zahl der auf dem gedüngten Boden im folgenden Frühjahr schlüpfenden Wespen um 65% geringer war (vgl. Tab. 2).

Tabelle 2

Ergebnisse aus den 3 Kontrollverfahren zur Ermittlung der Düngewirkung auf Blattwespenraupen

Art der Kontrolle	1 Zahl der Kokons im Boden		2 Zahl der schlüpfenden Blattwespen		3 Größe des Fraßschadens	
	Zahl der Kontrollstellen	Anzahl der gesunden Kokons auf 1 m² Boden	Zahl der Kontrollstellen	Anzahl der geschlüpften Wespen auf 1 m² Boden	Anzahl der untersuchten Maitriebe	Schädigungsgrad in %
Ungedüngte Vergleichsfläche	15	124	20	114	14 854	59
Gedüngte Fläche	15	42	20	38	15 020	32

Borkenkäfer und andere Rindenbewohner an Nadelholz werden nach dessen Düngung oder durch große Harzmengen nach Feuchtezunahme vertrieben (Merker, Hansen). Gedüngte Laubbäume meiden sie auch (Hoffmann 1916), aber nicht wegen des Harzes, da sie keines haben. Auch die Raupen an Nadelbäumen gehen nicht an dem geringen Harzgehalt der Nadeln zugrunde, denn auch Laubholzraupen sterben nach Düngung im gleichen Ausmaß (Schwammspinner).

Gänzlich verschieden von den genannten Schädlingen verhalten sich die Blatt- oder Rindensauger. An gedüngten oder ausreichend feucht gehaltenen Wirtspflanzen vermehren sie sich mitunter ins Ungemessene. Wir wissen nicht, ob der Unterschied in der Nahrungsaufnahme der genannten Tiere ausreicht, diese ganz entgegengesetzte Wirkung der Düngung zu erklären.

Der Einfluß der Düngung der Wirtsbäume auf die erwähnten Tiere ist nicht leicht zu klären. Wir suchten daher festzustellen, ob durch die Aufnahme der Düngestoffe der Nährwert des Raupenfutters sich ändert (Tab. 3).

Die Tab. 3 beweist dergleichen; außerdem nehmen bei Stickstoffgaben die Aminosäuren in den Pflanzenzellen zu, was papierchromatographische Studien dargestellt haben.

Es liegt nahe zu erforschen, ob die der Pflanze gebotenen Düngerationen von ihr aus dem Boden aufgenommen und an die daran fressenden Insektenlarven weitergegeben werden. Dieser Nachweis ist bisher durch Verwendung von radioaktivem Phosphor und Kalzium gelungen. Die Wirtspflanzen der Raupen wurden mit  $\text{P}^{32}$  in  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  Lösung gedüngt. Nach 24 Stunden war die Aktivität in den Fraßpflanzen nachweisbar und ging in zunehmendem Maße auf die Raupen über. Es enthielten viele Organe der Raupe radio-

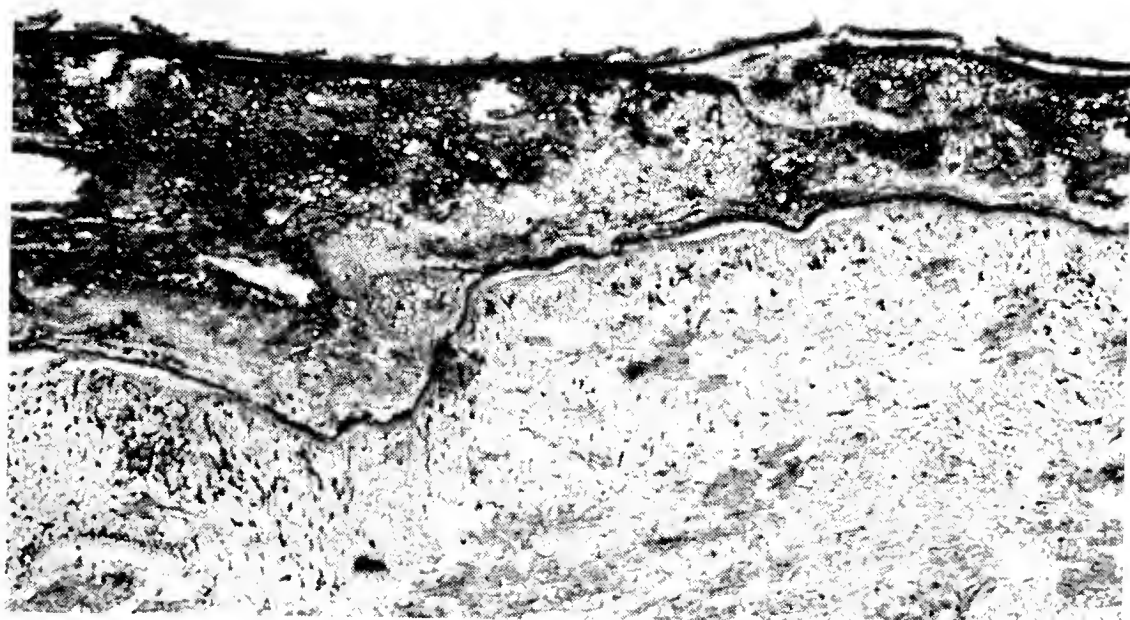


E. MERKER: Die mikroskopischen Saugschäden der beiden gefährlichen mitteleuropäischen Wolläuse (*Dreyfusia*) im Gewebe der Weißtanne



Abb. 6. Querschnitt durch ein etwa 5jähriges Stämmchen von *abies alba*, das von *D. merkei* am Stamm stark befallen war. Die Rinde ist geschwollen und rissig wie bei Abb. 2. Die Ursache davon ist, daß das Rindenparenchym größtenteils durch Lausstichkörper krank geworden ist und vom gesunden Gewebe durch Lagen von Wundperiderm abgesetzt wurde. Der Rindenzerstörung entsprechen zeitlich die pathologischen Harzkanäle im Holzkörper, als Reaktion auf die Rindenwunden. Das Bäumchen ist zwar schwer geschädigt, stirbt aber nicht ab, da noch ein Teil des Parenchyms der Rinde lebensfähig bleibt.

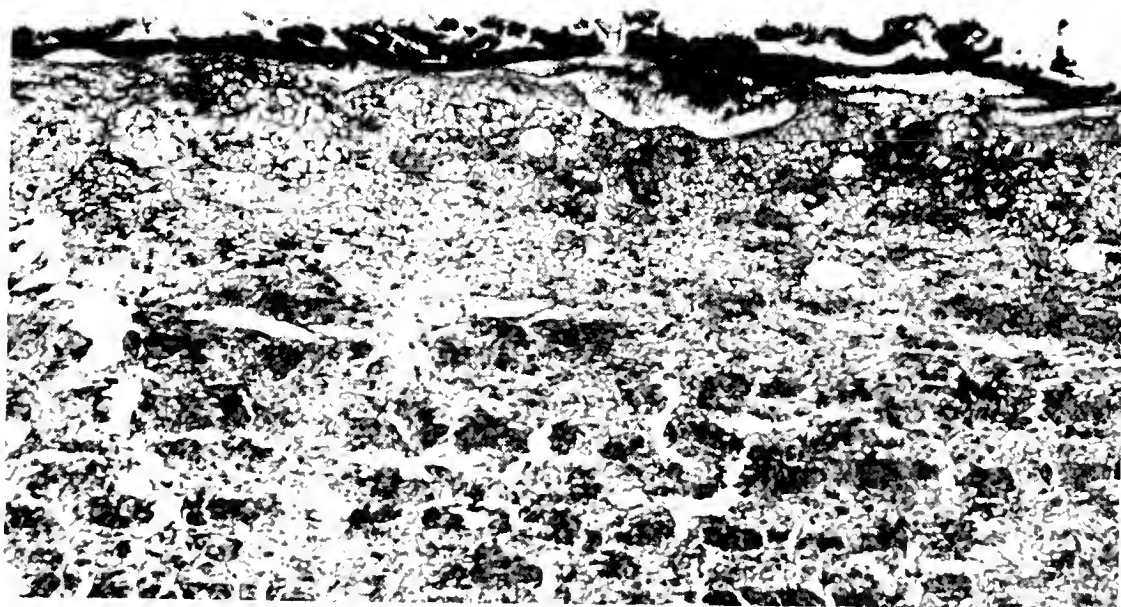
Abb. 7. Ein dichter Lausbesatz auf der Stammrinde verursacht ein Absterben der äußersten Rinde. Das zugrunde gehende Gewebe bildet einen Cylinder, der durch Wundperiderm vollständig von der lebenden Rinde abgesetzt ist. Ein solcher von Läusen nicht mehr durchdringbarer Mantel toten Gewebes entsteht in 14—16 Monaten. Er vertreibt die noch vorhandenen Läuse und schützt den Baum eine zeitlang vor neuem Befall.



a

b

Abb. 8. Der Mantel toten Gewebes schilfert sich mit der Zeit vollständig ab. Bei a sind noch Reste eines früheren zu erkennen. Der Lausbefall hat erneut stark eingesetzt und es wurde wieder ein Cylinder von Stichkörpern der Läuse gebildet. (b) Das absterbende Gewebe wird gerade von Wundperiderm unterlagert, und in einiger Zeit wird wieder der Zustand von Abb. 7 erreicht sein.



E. MERKER: Die Bekämpfung von Waldschädlingen durch geeignete Düngung der Bestandesböden

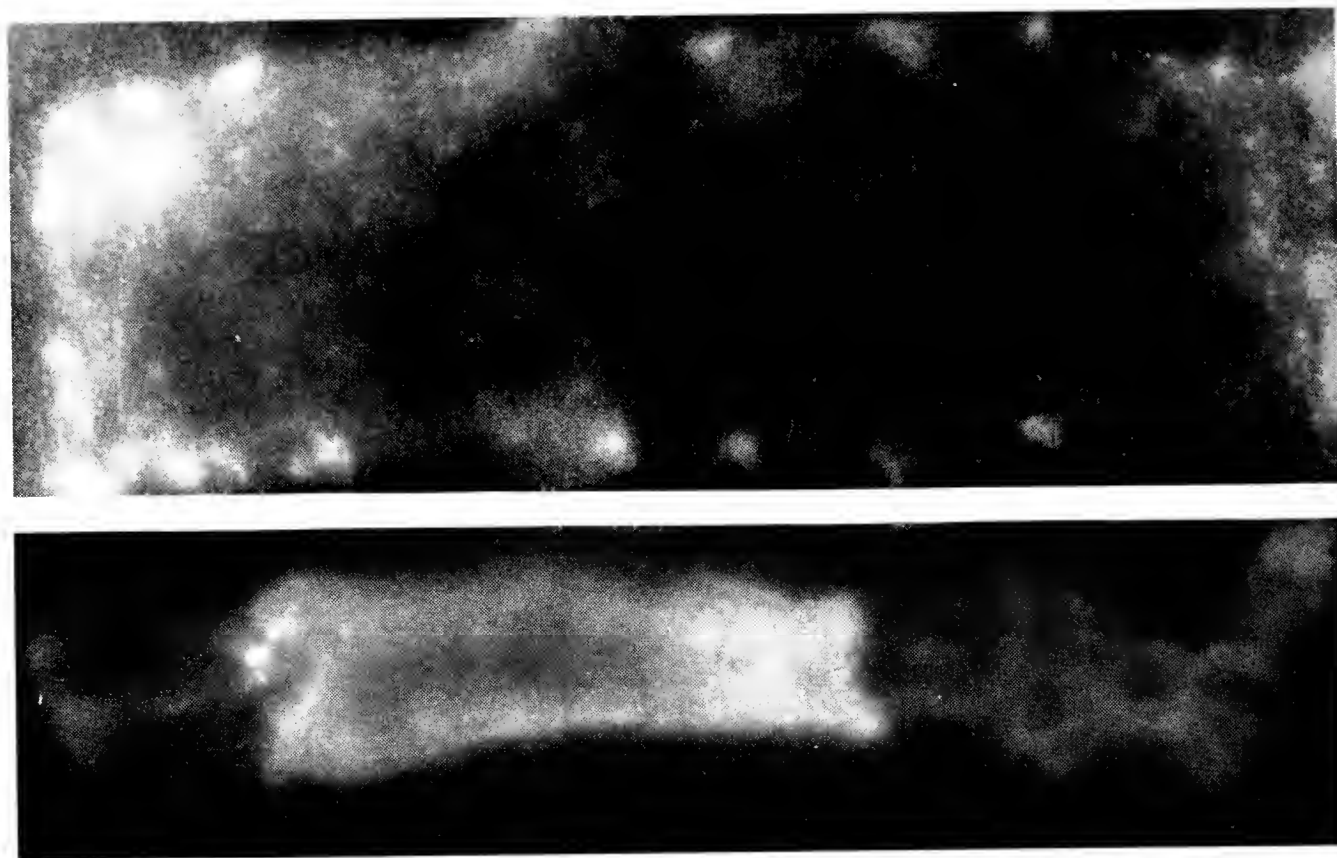


Abb. 2/3. Haut a und Darm b einer Schwammspinnerraupe L V mit angereicher-tem  $P^{32}$ . Die Haut strahlt pro Minute 13772 Korpustel aus, der Mitteldarm 15802. Der Vorderdarm strahlt 5013 Impulse/1 Min., der Hinterdarm 3274 Impulse/1 Min. ab.

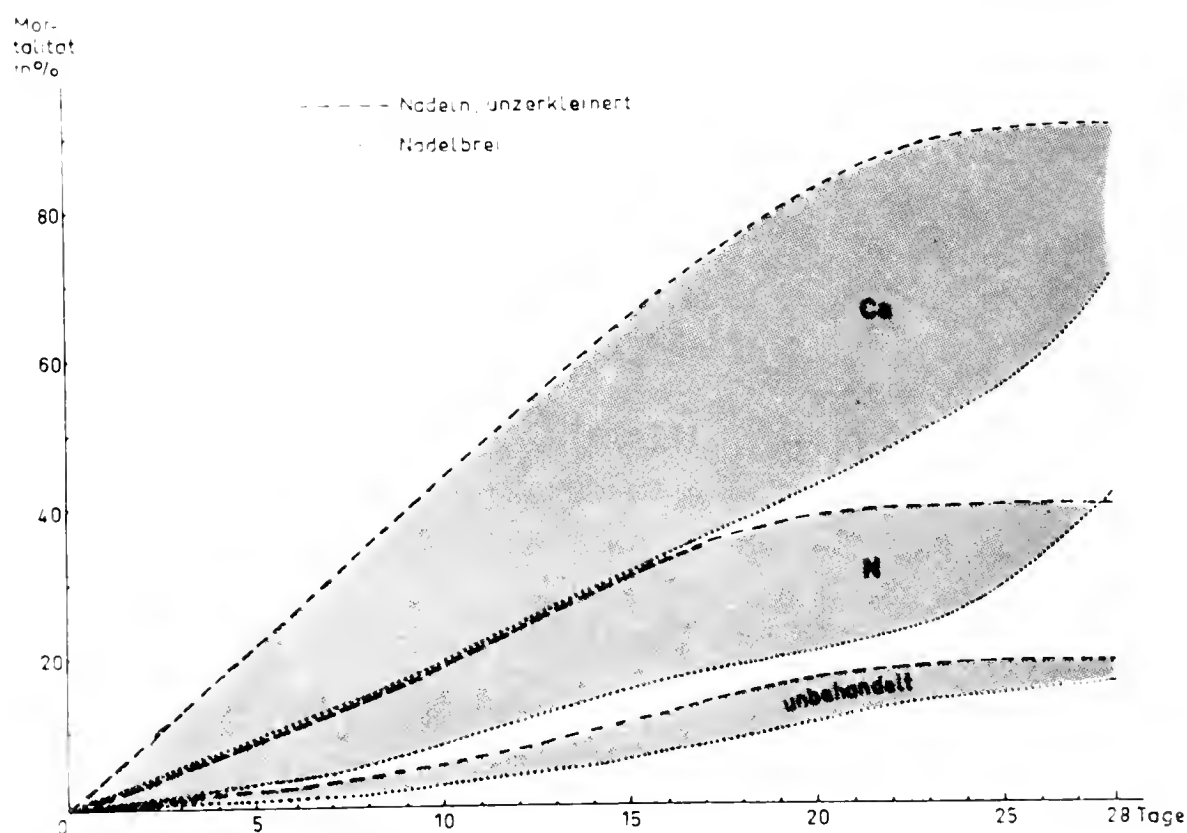


Abb. 4. Die Abnahme der Raupensterblichkeit (Schwammspinner) im Laufe der Entwicklung nach Fütterung mit Brei aus ungedüngter und gedüngter Nahrung.

Tabelle 3

Analytische Unterschiede in den Nadeln verschieden gedüngter Fichten (Laborversuche Büttner)

Versuchsnummer	Düngung	Mortalitätszunahme bei den Raupen	Analytische Angaben in % bezogen auf Trockenmasse						
			Asche 600° C	Gesamt-Stickstoff	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MnO	MgO
1	ungedüngt	↓	3,14	2,52	0,96	1,28	0,14	0,002	0,14
2	Stickstoff		3,68	3,43	1,09	1,45	0,21	0,003	0,21
3	Kalk		3,90	3,07	1,17	1,77	0,12	0,003	0,15
4	Kali		4,21	3,16	1,17	1,71	0,10	0,005	0,14

aktiven Phosphor. Am meisten war in der Haut und im Darm zu finden. Vorderdarm und Enddarm zeigten schwache Radioaktivität, der Mitteldarm dagegen stärkste. Die beiden Autoradiographien Abb. 2 und Abb. 3 zeigen die Verteilung des Phosphors im Tierkörper. Bei radioaktivem Kalzium wurde ähnliches beobachtet, nur häufte es sich in ganz besonders starkem Maße in der Vasa malpighi an und nicht im Darm.

Die starke Anreicherung von Düngestoffen in einzelnen Organen der Raupen läßt vermuten, daß eine Überbelastung an diesen Stellen gesundheitsschädlich ist. Außerdem vermögen gewisse Düngemittel sich gegenseitig, wie bekannt, zu verdrängen, was Ausfallserscheinungen zur Folge haben kann.

Bei unseren Versuchen ergab sich mehrfach die Vermutung, daß das Düngen der Futterpflanzen ein rascheres Verholzen der Maitriebnadeln nach sich zöge. Es könnte bei Jungraupen zu Verdauungsstörungen führen. Bei Kalkdüngung schien diese Annahme mehr berechtigt als bei Stickstoffgaben, die, wie bekannt, die Pflanzen weniger hart machen. Um den Raupen bei ungedüngtem und gedüngtem Futter das Zerschroten der Nahrung zu erleichtern, zerkleinerten wir die Nadeln mit einem Mixgerät bis zur Teilchengröße der Kotpartikel erster Jungraupen. Abb. 4 zeigt, daß im Laufe der Entwicklung die Sterblichkeit der Raupen (Schwammspinner) bei Breinahrung in allen drei Fällen abgenommen hat. Am stärksten bei Kalkdüngung, am wenigsten bei ungedüngtem Futter. Wir erklären dieses bemerkenswerte Ergebnis dadurch, daß die Jungraupen Energie bei der Breinahrung eingespart haben, die sie sonst zum Zerschroten von Festfutter gebraucht hätten. Sie konnte gegen die lebensbedrohende Wirkung der Düngung verwendet werden. Entsprechend der Vermutung, daß Kalkdüngung zu rascherer Strukturänderung der Nahrung führt, waren die Verluste der Jungraupen nach dieser Düngung am größten, nach Stickstoff geringer.

Es scheint also, daß außer mechanischen Schwierigkeiten auch noch chemische durch die Düngung für die Raupen entstehen. Die mechanischen erinnern an die Bedingung der Koinzidenz, die chemischen entsprechen den Beobachtungen mit radioaktiven Stoffen.

## LITERATUR

- BÜTTNER, H., 1956: Die Beeinträchtigung von Raupen einiger Forstschädlinge durch mineralische Düngung der Futterpflanzen. *Naturwissenschaften* 43, 454. — BÜTTNER, H., 1959: Über die Auswirkung von Düngemaßnahmen auf forstliche Schadinsekten. *Naturwissenschaften* 46, 587. — BÜTTNER, H., 1960: Der Einfluß von Düngestoffen auf die Mortalität und Entwicklung forstl. Schadinsekten über deren Wirtspflanzen. Dissertation Freiburg. — HANSEN, J. E., 1957: Zu: Kann der Riesenbastkäfer (*Dendroctonus micans* Kug.) in Schleswig-Holstein erfolgreich bekämpft werden? *Forst- u. Holzwirt* 12, 167—168. — HOFFMANN, 1916: Düngung und Insektenbefall. *Z. ang. Ent.* 3, p. 257—262. — MERKER, E., BRAUER, J. u. ZINECKER, E., 1949: Die Massenvermehrung der Fichtenborkenkäfer und die vom Bodenzustand beeinträchtigte Waldgesundheit. *Z. Desinf. u. Schädlingssk.* Ausg. B, p. 219—224. — MERKER, E., 1958: Forstschutz gegen Insekten durch Düngung der Baumbestände. *Allg. Forstzeitschrift* Nr. 22. — MERKER, E., 1958: Die Schutzwirkung der Düngung im Walde gegen schädliche Insekten. *Der Forst- u. Holzwirt* 13, Nr. 16. — MERKER, E. u. BÜTTNER, H., 1959: Die Wirkung von Mülldünger auf den Befall von Kiefernknospen-



triebwicklern. Allg. Forstzeitschrift 445, 792. — MERKER, E., 1960: Der Einfluß des Baumzustandes auf die Übervermehrung einiger Waldschädlinge. Zeitschr. f. angew. Entomologie 46, 432—445. — FRITSCH, R., WOLFFGANG, H. u. OPEL, H., 1957: Untersuchungen über die Abhängigkeit der Spinnmilben vom Ernährungszustand der Wirtspflanzen. Z. f. Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde 74, 13—27. — OLDIGES, H., 1958: Waldbodendüngung und Schädlingsfauna des Kronenraumes. Allg. Forstzeitschr. 13, 18—19. — OLDIGES, H., 1959: Der Einfluß der Waldbodendüngung auf das Auftreten von Schadinsekten. Z. angew. Ent. 45, 49—59.

## DISKUSSION

W. BERG: Sind in Beständen mit von Areal zu Areal verschiedenem Kalkgehalt des Bodens an den Übergangszonen die natürlichen Populationen untersucht worden?

Antwort: Nein! Wir mußten zunächst um die Gleichmäßigkeit der Bedingungen besorgt sein.

TEMPLIN: Die chemische Zusammensetzung des Bodens beeinflusst zweifellos die Populationsdynamik nadelfressender Insekten. Untersuchungen unserer Abteilung im Befallsgebiet von *Bupalas pinarius* L. bei Ilmenau Thüringen erwiesen einen starken Unterschied der Abundanz zwischen Buntsandstein (bis 200 Puppen/m<sup>2</sup>) und Wellenkalkboden (bis 3 Puppen/m<sup>2</sup>) bei gleichem Alter, Schlußgrad und bei vergleichbarer Bonität der Bestände. Auch der Feuchtigkeitsgrad des Bodens war ähnlich. Bei Unterschieden der Buntsandsteinböden stieg die Populationsdichte mit dem Rückgang des Nährstoffgehaltes und der Feuchte des Standortes.

Antwort: Diese Beobachtungen scheinen unsere Ergebnisse zu bestätigen. Ehe aber ein Urteil unsererseits möglich ist, wäre es nötig, an Ort und Stelle Untersuchungen zu machen. So könnten z. B. folgende Versuche in größeren Perlonnetzen im Walde durchgeführt werden. In den Netzen, in die unten Streu gebracht werden müßte, hält man eine Anzahl Raupen des Spanners an Bäumen auf Buntsandstein und Wellenkalk. Werden die Raupen von den Bestandteilen des Bodens beeinflusst, so würden im Winter auf dem Wellenkalk wenige Puppen, auf dem Buntsandstein viele Puppen zu finden sein. Wenn man jeweils mehrere Bäume mit Netzen versieht, so könnten größere Raupenmengen vom Kalkboden auf den Buntsandstein und umgekehrt gebracht werden, wodurch eine statistische Sicherung des Ergebnisses gewährleistet würde.

SCHWERDTFEGGER: In den (müllgedüngten) Flächen von Zons (bei Düsseldorf) hat sich 1959 der Kiefernknospentriebwickler so vermehrt, daß ein Unterschied auf gedüngter und ungedüngter Fläche nicht mehr festzustellen war.

Antwort: 1958 zeigten sich die gedüngten Flächen deutlich weniger befallen (Merker, Büttner 1959). Es ist möglich, daß die nur schwache Düngewirkung des Mülls inzwischen weiter abgesunken ist. Ihre Hauptaufgabe war die Feuchtigkeit im Wurzelraum der Pflanzen festzuhalten. Eine normale zusätzliche Mineraldüngung auf den Müllflächen würde vermutlich auch wieder den Kiefernknospentriebwickler zurückdämmen.

SCHWERDTFEGGER: Da die Düngungsfrage im Hinblick auf den Forstschutz sehr wichtig erscheint, wird vorgeschlagen, auf schon bestehenden Düngungsflächen, die vielfach mit ertragskundlicher Zielsetzung angelegt werden, entsprechende Untersuchungen mit Forstinsekten vorzunehmen.

Antwort: Die Studien von Oldiges, München, entsprechen dem Vorschlag.

SCHINDLER: Die Kontrolle einer großen Düngeserie mit Ca, P und N sowie Kombinationen dieser Dünger hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Larven von *Evetria buoliana* konnte im Kreis Meppen an der holländischen Grenze im *Evetria*-Kalamitätsgebiet durchgeführt werden. Trotz des sehr hohen Befalls der Triebe, der zwischen 40 und 60% lag, konnte 4 Jahre nach Anlage der Düngungsfläche kein Befallsunterschied auf den gedüngten und den ungedüngten Parzellen festgestellt werden, so daß die gesamte Serie mit Insektiziden begiftet werden mußte, um weitere Verluste zu vermeiden. Die Bekämpfung mit Gift war erfolgreich.

Antwort: Es ist schwierig, ohne besondere Untersuchungen über das Versagen der Düngung in diesem Fall ein Urteil zu fällen. Möglich ist folgendes: Auf Sandböden ist damit zu rechnen, daß der Dünger versickert und daher nicht in genügender Menge im Wurzelraum der Pflanzen bleibt. Vermutlich wird dieser Vorgang nach einer Düngung, die 4 Jahre alt ist, besonders stark eingetreten sein.



# FOREST ENTOMOLOGY IN THE UNITED STATES PROBLEMS AND GOALS

WHITEFORD L. BAKER

Division of Forest Insect Research, US Forest Service

For more than a half century now the Division of Forest Insect Research, US Forest Service, has been engaged in research on insects affecting forest trees. However, at no time during this period has the force of forest entomologists been very large; especially in relation to the magnitude of the problems with which they were faced. Even today the number of Division employees devoting full-time to research is much less than 100. Now, as always, they are swamped with problems crying for attention.

It may be true that insects are no more destructive in the forests of the United States today than they were fifty or a hundred years ago. In other words, they may not be killing or damaging more trees now than then. The incidence and severity of outbreaks also may not be any greater. One thing has greatly changed, however, and that is the value of resources at stake. This has increased steadily and the end is not in sight. As a result, forest insect-caused losses that once were of little cause for alarm of anyone are now a matter of grave concern to property owners and to the public at large in the United States.

Many new forest insect problems have arisen in the country in recent years. For example, insects affecting natural reproduction or young forest plantations which previously have been of minor importance have risen fast to a position of prime importance among destructive pests. Trees are now being planted by the millions each year, and other areas large in total are being seeded in. Demands for information on the control of insects damaging these properties are increasing. In some instances it is possible to recommend acceptable measures; in others, old established measures are being found inadequate. This is true especially of insects which are becoming noxious in areas or regions far removed from areas where they may have been studied in past years. As we visualize the situation, these conditions will continue to grow worse as more and more plantations move up into the ages of increasing susceptibility to many of our well known pests.

Another set of problems which is becoming steadily more serious, and which was of little concern only a few years ago, is that connected with insect destruction of tree seed crops. Because of intensified planting programs the need for adequate seed supplies has increased greatly. Unfortunately, it is being found more and more frequently that insects have found these seeds first with the result that seed sources often are dried up, having been destroyed by various seed or cone-infesting insects. From lack of study of these pests in past years, our entomologists are finding themselves ill-prepared to suggest measures for protecting seed crops from insect damage. This situation is especially critical when it comes to the protection of seed orchards, or trees determined to be genetically superior. Here, it can readily be seen, are new problems in serious need of solution; otherwise tree breeding programs, and programs to establish plantations with seedlings derived from seed from superior trees, are in jeopardy.

During past years there also has been interest in, but no great concern over, the damage done to valuable hardwood trees by various species of insects that attack the trunks and tunnel through the wood. Now, because of the greatly increased value of hardwood lumber, there is a rapidly increasing demand for information on these insects and how to control them or prevent the damage they cause. From limited studies of borers in bottomland hardwoods in the Mississippi River Delta in recent years, it has been shown that losses through degrade resulting from insect damage are extremely high. So far, these studies have not been continued long enough to provide much help in determining

how these losses may be reduced or prevented. There is a tremendous amount of hardwood timber in eastern United States and one of the big problems in future years will be to determine how to protect it from these insects. There is very little available knowledge on the subject that will be helpful.

A somewhat different set of forest insect problems is also gaining recognition rapidly in the United States. This is an outgrowth of the fact that as knowledge of the destructiveness of forest insects continues to spread, and as timber supplies become more and more valuable, there is an ever-increasing public demand for suppression of outbreaks. Now, despite the fact that control costs often are low, the total cost country-wide is beginning to run to huge sums. It is becoming more and more important, therefore, that means be provided for accurately evaluating the potentials of different insect situations reported in order that the best possible decisions may be made as to whether control should or should not be applied. This gains in importance, furthermore, when dangers to other resources, including fish and wildlife, may be involved in control projects. It hardly seems necessary to stress the point that control should be applied only when and where it is necessary to protect valuable timber from insect destruction. The problem facing forest entomologists is to develop methods or criteria for determining when and where to apply control; and, subsequently, when and where it should be discontinued. The latter is highly important, too, because of the well-known fact that outbreaks usually subside sooner or later, whether man intercedes or not. Just to be able to determine the breaking point of an outbreak a year in advance could often mean tremendous savings in control costs. Unfortunately, it is by no means an easy task always to determine in advance the direction an insect infestation will take. To be able to do this effectively requires considerable knowledge of many things, some of which can be obtained only through long, intensive study both in the laboratory and in the forests.

The problems which I have mentioned briefly are by no means the only ones which are of concern to forest entomology in the United States. We still have most of the old ones with us. The forests of the country are still plagued by a wide variety of bark beetles and defoliator pests of long-standing. They continue to exact a heavy toll through mortality and loss of growth in affected stands. As a matter of fact, problems associated with these historic pests are also growing in importance. This derives from the fact that some of the tree species damaged by these insects are only now beginning to enter the realm of economic importance. Furthermore, many stands previously inaccessible are being opened up rapidly for harvest. While these tree species and stands have been subject to insect attack in the past, previously there has not been too much interest in reducing or preventing the losses caused. Finally, of course, there is the constantly growing demand for cheaper, safer, and more effective measures for coping with these historic pests.

In the years ahead, much greater attention will be given in the United States to the solution of the problems in forest entomology which I have discussed above. With regard to the new types of problems, it will be necessary first, as so often has been the case, to develop provisional measures of control which can be applied to hold the line—to prevent excessive losses during the period required for the discovery and development of longer-lasting preventive measures. At the same time, research will also be continued in the development of cheaper, safer, and more effective means of controlling our long-established pests. We do not expect ever to be able to dispense with direct control methods altogether. Without a doubt, it will always be necessary to use them under certain conditions against many species of insects.

The primary goal of future research in the United States, however, will be to develop to the fullest extent possible, preventive methods of control. More and more, our thinking and our research is being oriented in that direction. It is our intention to expand our efforts in trying to determine the causes of outbreaks for, unless and until

we learn a lot more than we now know on this subject, we cannot expect to advance very rapidly or far in the direction of preventive control. We are fully aware that many problems that must be solved before we can obtain the needed information are extremely complex and difficult; and that to solve them will require a considerable amount of basic research—much more, in fact, than we have been able to devote to the subject in the past. Before we can work our way through the maze of factors affecting insect populations we probably will have to enlist the services of specialists in many disciplines—geneticists, insect and plant physiologists, climatologists, ecologists, insect pathologists, to name a few. Of course, it is not always so difficult to tell why outbreaks occur. Sometimes, the cause may be as simple as that of a blowdown. Even here, however, we cannot always predict what will happen because we know that outbreaks do not invariably follow in the wake of blowdowns.

The U.S. Forest Service is already moving positively in the directions outlined above in its insect research. It has only recently completed construction of one of three regional forest biology laboratories where increased emphasis will be placed on basic research. How soon and to what extent the results of investigations at these laboratories can be fed into the hopper of applied research and fashioned into more effective weapons for coping with our increasingly important forest insect problems would be difficult to say. Given time, however, we believe that significant progress can and will be made.

## THE ECOLOGICAL SIGNIFICANCE OF AGGREGATION IN FOREST INSECTS

WILLIAM E. WATERS

US Forest Service, Forest Insect Laboratory, New Haven, Connecticut, USA

The manner in which plants and animals distribute themselves in natural units of their habitats has intrigued the ecologist and biometrician alike. Much study has centered on insects because of the practical consequences of this activity. However, mobility and changes in the form and behavior of successive life stages make the quantitative analysis and interpretation of this characteristic very difficult. Notwithstanding the biological and mathematical complexities involved, it is essential that we have a valid and meaningful measure of the spatial distribution of insects, because it is a critical variate in all quantitative phases of entomological research from mere sampling to population dynamics. If not accounted for, variation in distributional pattern is a major contributor, directly and indirectly, to the generally imposing experimental error or "unknown factors". Thus, it may seriously limit interpretations and lead to erroneous conclusions.

### Factors Affecting Spatial Distribution

First, we must define our particular universe. We will consider only the distribution of the insects among and within the host trees. In an active sense, this involves short-range, local, or secondary dispersal. The distribution by localities or geographic areas will not be discussed here.

In practice, the usual criterion of distributional pattern for insects and other organisms is the frequency of occurrence in specified units of the natural habitat. The random or nonrandom nature of the observed frequency distribution is then inferred from statistical comparison with theoretical series of known character. When the actual counts are obtained by some procedure of sampling, as is usually the case, a new set of factors is

introduced which must be distinguished clearly from the biological. It is the confounding of these statistical elements with the truly biological ones that has given rise to much confusion and misunderstanding in the use of frequency series. The insistence on logical grounds that good agreement between an observed and theoretical distribution is not proof that the assumptions of the latter are met *in toto*, or even in part, does little to clarify the problem (see Skellam, 1952; Neyman and Scott, 1957). Specifically needed is a measure of spatial distribution *per se* that arises from a variety of biological and mathematical hypotheses and is interpreted primarily on the basis of a knowledge of the insect or organism involved and the way the data are obtained.

Most sampling and population studies of forest insects conducted thus far have indicated an aggregated distribution or clumping effect of the counts. Therefore, my remarks henceforth will be in terms of aggregation. This is advisable, also, because a random distribution may be considered simply as an end point in the full range of aggregation values and because random distributions can be components of apparent aggregated distributions.

Following is an outline of the statistical and biological elements of aggregation. Emphasis in the biological category is on behavioral responses and activities.

## I. Statistical Elements

- A. Form and size of sampling unit
- B. Sampling intensity
- C. Superimposition of independent random (Poisson) distributions
- D. Compounding of random (Poisson) and logarithmic series

## II. Biological Elements

- A. Aggregation in response to physical factors of the environment
- B. Aggregation in response to host plants or parts thereof
- C. Reproductive behaviour—issuance from egg masses or clumped eggs, with limited movement of subsequent stages.
- D. Intra-specific mutual attraction
  - 1. gregariousness
  - 2. mating, including courtship
- E. Inter-specific competition
  - 1. restriction of the organism to subareal zones of the habitat.
  - 2. modification of behaviour by parasites and disease.

Space limitations permit only very brief discussion of these elements. The effect of sampling unit size and form on various indices of nonrandomness and parameters of aggregated distributions has been well analyzed for plant populations (see Curtis and McIntosh, 1950; Evans, 1952), less thoroughly for insects and other animals. Very obviously insect counts per acre provide a different picture of spatial distribution (as well as numbers) than counts per tree, branch, or leaf. The important point is that the measures of aggregation developed thus far are relative, not absolute, and must be interpreted according to the particular unit on which they are based. A recent study of the distribution within and among host trees of an eriophyid gall mite on quaking aspen (*Populus tremuloides* Michx.) and the Nantucket pine moth (*Rhyacionia frustrana* [Comst.]) on small loblolly pines (*Pinus taeda* L.) showed that more meaningful interpretation could be made when the data were analyzed on the basis of more than one sampling unit (Waters and Henson, 1959). In this study, counts were taken of the gall mite on individual leaves, single leaf bunches, multiple leaf bunches, and branches and of the Nantucket pine moth on individual shoots, branch whorls, and whole trees.



An inadequate or biased sample can give the appearance of any type of distribution, and it will be undecipherable. This is best avoided by the use of sound sampling methods or a complete census.

The aggregative effect of pooled random distributions derives from the compounding of different expectations of occurrence of the insects. This difference in expectation of counts may result from variation in the behaviour of the insect, such as found by Wellington (1957, 1960) in subpopulations of the western tent caterpillar (*Malacosoma pluviale* [Dyar]) in Canada. Or it may reflect heterogeneity in the habitat, which can be a function of either time or place. Changes in expectation of occurrence in time—in a given season, say—are generally continuous. They usually relate to changes in the availability and/or suitability of food (Pepper, 1955) or like changes in oviposition sites (Walker, 1942). The expectations among places are discontinuous and arise in ecological studies mostly from sampling at “representative” locations with different population levels or from pooling data from too large an area. Recording and analysis of the insect counts separately by location, forest type, population density, or other natural strata will reduce the chances of pseudo-aggregation appearing in this way.

The remaining statistical element rarely intrudes in studies of insects in or on forest trees. However, when the numbers of colonies or groups of an organism per spatial unit are a random variate and the numbers of individuals per group are logarithmically distributed, the total numbers of individuals per unit will fit the negative binomial, an aggregated distribution (Quenouille, 1949). Counts of soil microorganisms have been given as examples of this phenomenon (Jones and Mollison, 1948).

With regard to the biological elements, diverse specialized fields such as sensory physiology, micro-meteorology, population genetics, and ethology have contributed much to our understanding of the basic causes of aggregation. Certain gross responses to environmental stimuli have been studied with many animals, including insects (e.g. see Kennedy, 1956; Haddow et al. 1947; Wellington, 1954). Pertinent studies on chemoreception (see review by Hodgson, 1958), reactions of insects to physical factors (Aziz, 1957; Wellington, 1948, 1949; Green, 1954a, 1954b), effects of biotic factors (Steinhaus, 1954; Lewis, 1960), and social responses (Schneirla, 1953) exemplify the fundamental approach.

The primary physical factors of the environment affecting aggregation of forest insects (and most other terrestrial animals) are light, temperature, and moisture. Air movement and atmospheric pressure are generally less important, although air currents may act counter to aggregation as a dispersive agent and may indirectly affect insect activity by modifying temperatures and evaporation rates in the occupied niches (Henson and Shepherd, 1952). In general, light is the major stimulus of movement, with temperature and moisture serving as modifying or limiting factors. The limiting effect may take the form of a complete photic reversal. In natural populations of forest insects, aggregation often develops in the upper tree crown levels as a result of positive phototactic behaviour of the feeding stages and the ovipositing females. The same light reactions may lead mobile forms to the terminal shoot or the general periphery of the tree for feeding or other activities (Wellington, 1948; Sullivan, 1959). Independent of light stimuli, temperature and humidity may operate as individual factors or jointly. The spruce budworm, for example, aggregates within specific ranges of evaporation rather than temperature *per se* (Wellington, 1949).

The subject of aggregation in response to host plants is extremely broad. It encompasses host specificity, host selection within species, and behavioral patterns within host trees. Detailed subtleties of behaviour are involved, and the explanation of the end result very easily becomes teleological. The facet of host specificity has been long recognized and well documented for most insects that cause noticeable damage to forest trees. We have information on the mechanisms involved for but a few, however. The

pattern is most striking, perhaps, for the bark beetle group (Scolytidae), but the sawflies (primarily Diprionidae) also are highly selective, and others differ only in degree.

Individual tree selection within species is also a well recognized characteristic. As with host specificity, it is a basic criterion for forest management practices aimed at preventing or minimizing damage and loss. Inter-tree differences in insect numbers may be due to differential survival or differential selection. They can arise from differences in size, age, vigor, bark characteristics, and other features of the host trees in a given stand. The tree condition classes may fall into well-defined strata in various proportions, and thus the insect population will be nonrandomly distributed with respect to that stand. Another type of aggregative pattern in forest stands develops from definite loci. The locus may be a single tree or a group of trees initially susceptible to attack. *Ips* beetles (at least those species in the United States) typically are attracted to weakened or dying trees and then spread to nearby healthy individuals. The pattern of attack by the pales weevil (*Hylobius pales* Herbst) from fresh pine stumps to surrounding seedlings is consistent enough to be described quantitatively (Beal and McClintick, 1943).

Intra-tree aggregative behaviour in response to parts or features of the host tree is of prime interest to the insect ecologist. It is at this level that the macro- and micro-environmental factors affecting population density operate together. The most evident sort of aggregation with respect to the host tree is the confinement of the insect to a particular part of the tree—to the buds, leaves, flowers, cones, stem, and so forth. If the insect's entire life cycle—or at least the portion of it under investigation—is confined to this niche, then that part or component comprises the population universe for sampling purposes, and the analysis and interpretation of counts is much simplified. The larvae of the European pine shoot moth (*Rhyacionia buoliana* [Schiff.]) and the Nantucket pine moth (*R. frustrana* [Comst.]), for example, occur only in the current year's buds and shoots of attacked trees, and this comprises the logical sampling unit for them (Nef, 1959; Waters and Henson, 1959). In contrast, different parts of a tree often are utilized or fed on by the same insect or even by the same stage, producing different aggregative patterns. In such cases, stratified sampling is required to provide data suitable for analysis.

Aggregation of some insects occurs in specific niches on a tree as a result of thigmotropic responses to the substrate. This is most characteristic of bark and twig aphids such as the balsam woolly aphid (*Adelges piceae* [Ratz.]) and the red-pine scale (*Matsucoccus resinosae* B. & G.). The motile stages of these insects tend to move about until a suitable feeding or shelter niche is found in bark crevices, under bark or bud scales, in lenticels, or at branch axils. Negative light reactions often are involved in this behaviour, also.

Reproductive behaviour in the form of issuance from egg masses or clumped eggs is a definite basis for aggregation, so long as dispersion of the larval stages is then limited by other factors. Most sawflies of the genus *Neodiprion* lay eggs in clusters, and the larvae remain aggregated in the apical section of the branch (so long as foliage is available there) because of a positive photic response. The forest tent caterpillar (*Malacosoma disstria* Hbn.) and the fall webworm (*Hyphantria cunea* [Drury]) lay eggs in masses, but the larvae aggregate elsewhere on the tree as a result of their complex colonial habit, reactions to physical stimuli, and the following of silk trails laid down by other individuals of the same species. The clustering of progeny about the adult female of certain species results in a characteristic aggregative pattern, also.

Intra-specific mutual attraction, or true contagion in an entomological sense, is a factor easily labelled but often confounded with the responses to physical stimuli. In general, the term "gregarious" is applied to immature stages, while the clustering of

adults is invariably ascribed to sexual attraction. If Freudian concepts can be applied to insects, the distinction is indeed nebulous. For larval forms, the mechanism of response ranges from the following of scent and silk trails to clustering after chance contact. Signalling and increased olfactory responses are most characteristic of adults. The element of mutuality, exclusive of mating behaviour, probably occurs to some degree at some time in the life cycle of nearly all species, but it is undoubtedly subject to rapid change and variation depending on the condition of the insect and external factors.

The effect on aggregation of competition for food and space with other insects and natural enemies is extremely difficult to evaluate. It is an interdependent relationship in which the spatial distribution of the insect in question determines in part at least the effects of the competitors. The most conceivable actions are those indicated in the outline.

This is a brief sketch indeed of the factors affecting the spatial distribution of forest insects, and the classification is admittedly somewhat arbitrary. There is a continuous interplay of the various factors, and the effective stimuli may change rapidly in point of time and differ significantly within relatively small spaces. But recognition of this fact only emphasizes the need for distinguishing the elements involved and properly assessing aggregation as an ecological variable.

### Some Ecological Interactions of Aggregation

Aggregation of an insect on the scale of the forest stand may have a bearing on the genetic structure of the population. There is some evidence that distinct behavioral subtypes and a degree of spatial or temporal isolation can develop within an infestation (Wellington, 1960). Conceivably, this could affect the manner and rate of gene flow in successive generations.

The actions and interactions of certain mortality factors are related to the spatial distribution of the insect on the microenvironmental scale. For example, aggregative or dispersive tendencies influence the severity and spread of a disease (Steinhaus, 1954). Certainly, the virulence and rapid spread of wilt disease in clusters of gypsy moth (*Porthetria dispar* L.) and forest tent caterpillar larvae is very striking. Degree of parasitization has been shown experimentally to vary with the spatial distribution of host insects, independent of density (Burnett, 1958). Field observations have confirmed this in certain cases. There undoubtedly is a significant relationship between the area of search or discovery of a parasite or predator and the degree of aggregation, but this has not been assessed quantitatively. The behaviour of an insect itself can be modified by disease (Steinhaus, 1954) or parasites (Lewis, 1960) resulting in aggregation or a change in the aggregative pattern and thus altering the interactions with other factors.

It seems apparent that a statistic for aggregation is a critical variate in any study of population dynamics.

### A Quantitative Measure of Aggregation

Aggregation is expressed quantitatively by the parameter  $k$  of the negative binomial distribution (Waters, 1959). The mathematical bases of this theoretical series are well known, and the computational methods pertinent to it are well described (Anscombe 1949, 1950; Bliss and Fisher, 1953). It has proved useful in the analysis and interpretation of data for a number of forest insects (Nef, 1959; Waters and Henson, 1959; Henson, 1959). Because it is a relative value and varies with population density, a degree of sampling control must be exercised. In general, any stratification of data that increases the precision and efficiency of the estimate of population density will similarly improve the estimate of  $k$ .



## Conclusion

Aggregation is a dynamic process, the continuous adjustment in space of living, reacting organisms. The key problem is to develop a practicable means of measuring this ecological variable, so that the purely statistical and truly biological elements can be distinguished and meaningful interpretations made possible. The approach suggested here appears to do this.

## REFERENCES

- ANSCOMBE, F. J., 1949. The statistical analysis of insect counts based on the negative binomial distribution. *Biometrics* 5: 165—173. — 1950. Sampling theory of the negative binomial and logarithmic series distributions. *Biometrika* 37: 358—382. — AZIZ, S. A., 1957. The reactions of the desert locust, *Schistocerca gregaria* (Forsk.), (Orthoptera, Acrididae) to physical factors, with special reference to relative humidity. *Bul. Ent. Res.* 48: 515—531. — BEAL, J. A. and McCLINTICK, K. B., 1943. The pales weevil in southern pines. *Jour. Econ. Ent.* 36: 792—794. — BLISS, C. I. and FISHER, R. A., 1953. Fitting the negative binomial distribution to biological data and note on the efficient fitting of the negative binomial. *Biometrics* 9: 176—200. — BURNETT, T., 1958. Effect of host distribution on the reproduction of *Encarsia formosa* Gahan. (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Canad. Ent.* 90: 179—191. — CURTIS, J. T. and McINTOSH, R. P., 1950. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology* 31: 434—455. — EVANS, F. C., 1952. The influence of size of quadrat on the distributional patterns of plant populations. *Contrib. Lab. Vert. Biol., Univ. Mich.* No. 54. 15 pp. — GREEN, G. W., 1954a. Some laboratory investigations of the light reactions of the larvae of *Neodiprion americanus banksianae* Roh. and *N. lecontei* (Fitch) (Hymenoptera: Diprionidae). *Canad. Ent.* 86: 207—222. — 1954b. Humidity reactions and water balance of larvae of *Neodiprion americanus banksianae* Roh. and *N. lecontei* (Fitch) (Hymenoptera: Diprionidae). *Canad. Ent.* 86: 262—274. — HADDOW, A. J., GILLET, J. D. and HIGHTON, R. B., 1947. The mosquitoes of Bwamba County, Uganda. V. The vertical distribution and biting-cycle of mosquitoes in rain forest, with further observations on microclimate. *Bul. Ent. Res.* 37: 301—330. — HENSON, W. R., 1959. Some effects of secondary dispersive processes on distribution. *Amer. Nat.* 93: 315—320. — HENSON, W. R. and SHEPHERD, R. F., 1952. The effects of radiation on the habitat temperatures of the lodgepole needle miner, *Recurvaria milleri* Busck (Gelechiidae: Lepidoptera). *Canad. Jour. Zool.* 30: 144—153. — HODGSON, E. S., 1958. Chemoreception in arthropods. *Ann. Rev. Ent.* 3: 19—36. — JONES, P. C. T. and MOLLISON, J. E., 1948. A technique for the quantitative estimation of soil microorganisms. *Jour. Gen. Microbiol.* 2: 54—69. — KENNEDY, J. S., 1956. Phase transformation in locust biology. *Biol. Rev.* 31: 349—370. — LEWIS, F. B., 1960. Factors affecting assessment of parasitization by *Apanteles fumiferanae* Vier. and *Glypta fumiferanae* (Vier.) on spruce budworm larvae. *Canad. Ent.* 92: 881—891. — NEF, L., 1959. Étude d'une population de larves de *Retinia buoliana* (Schiff.). *Ztschr. f. Angew. Ent.* 44: 167—186. — NEYMAN, J. and SCOTT, E. L., 1957. On a mathematical theory of populations conceived as conglomerations of clusters. *Cold Spring Harbor Symposia Quant. Biol.* 22: 109—120. — PEPPER, J. H., 1955. The ecological approach to management of insect populations. *Jour. Econ. Ent.* 48: 451—456. — QUENOUILLE, M. H., 1949. A relation between the logarithmic, Poisson, and negative binomial series. *Biometrics* 5: 162—164. — SCHNEIRLA, T. C., 1953. Collective activities and social patterns among insects. In *Insect Physiology*, John Wiley & Sons, New York, pp. 748—779. — SKELLAM, J. G., 1952. Studies in statistical ecology, I. Spatial pattern. *Biometrika* 39: 346—362. — STEINHAUS, E. A., 1954. The effects of disease on insect populations. *Hilgardia* 23: 197—261. — SULLIVAN, C. R., 1959. The effect of light and temperature on the behavior of adults of the white-pine weevil, *Pissodes strobi* Peck. *Canad. Ent.* 91: 213—232. — WALKER, M. G., 1942. A mathematical analysis of the distribution in maize of *Heliothis armigera* Hb. (*obsoleta* F.). *Canad. Jour. Res. D*, 20: 235—261. — WATERS, W. E., 1959. A quantitative measure of aggregation in insects. *Jour. Econ. Ent.* 52: 1180—1184. — and HENSON, W. R., 1959. Some sampling attributes of the negative binomial distribution with special reference to forest insects. *Forest Sci.* 5: 397—412. — WELLINGTON, W. G., 1948. The light reactions of the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* Clemens (Lepidoptera: Tortricidae). *Canad. Ent.* 80: 56—82. — 1949. The effects of temperature and moisture upon the behaviour of the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* Clemens (Lepidoptera: Tortricidae). *Sci. Agr.* 29: 201—205, 216—229. — 1954. Weather and climate in forest entomology. *Met. Monog.* 2 (8): 11—18. — 1957. Individual differences as a factor in population dynamics: the development of a problem. *Canad. Jour. Zool.* 35: 293—323. — 1960. Qualitative changes in natural populations during changes in abundance. *Canad. Jour. Zool.* 38: 289—314.



# THE EFFECT OF PARTIAL DEFOLIATION BY CATERPILLARS ON THE TIMBER PRODUCTION OF OAK TREES IN ENGLAND

G. C. VARLEY and G. R. GRADWELL

Hope Department of Entomology, Oxford, England

Oak trees (*Quercus robur* L.) are often damaged and sometimes defoliated in early Spring by caterpillars. After such damage the trees rapidly put out a new set of leaves and by July it may be difficult to distinguish them from trees which have remained undamaged. The question arises whether this partial defoliation, apparently so quickly repaired by the tree, has any effect on timber production.

Jüttner (1959) compared the growth of oaks completely defoliated annually with that of trees elsewhere which remained undamaged and claimed that caterpillars reduced timber increment to a third or a quarter of the maximum possible. He also found that trees in Forstamt Rosengarten grew more slowly during a period when they were defoliated than in the previous period when caterpillars were less numerous. However, Holmsgaard (1955) attributed changes in tree growth in Scandinavia to variations in temperature and rainfall.

We have confined our study to a group of oaks at Wytham, Berkshire (Varley & Gradwell 1958a, 1958b). The trees had a breast height circumference of 1.4—1.9 m. and on five of them separate estimates of caterpillar abundance and damage assessments were made for a number of years.

Timber increments were assessed for the years 1951—1958 from core samples taken early in 1959. Eight cores were removed from the trunk of each tree, one each at the ends of the long and short axes and two selected at random from each half circumference. The amounts of spring growth, which was recognised by the very large vessels, and of summer growth were separately measured in each core. The amounts of mean radial growth were calculated for 1951—1958 as the arithmetic means of eight measurements except for tree 1 where two of the cores were rejected because their interpretation was doubtful.

Mr. G. H. Thompson of the department of Forestry, Oxford, has kindly allowed us to use detailed increment measurements made in 1952 on tree 4 in the research area. Four cores were taken where his measurements were made and Fig. 1 shows the increase in radial diameter with time and the appearance of the wood laid down in the same year. Spring growth began at the time of leaf flush and ceased towards the end of May, before the establishment of any great photosynthetic leaf area. Most of the energy for the formation of spring wood must come from food stores laid down the previous year.

All the common species of defoliating caterpillars complete their development by about the middle or end of May. Since the amount of food taken in the last larval instar is as great as that in all the previous stages together, damage to the trees is concentrated into a very short period of time and the formation of spring wood is virtually completed before the heaviest damage to the leaves occurs.

The population density of the caterpillars which pupate in the ground (e.g. winter moth, *Operophtera brumata* L.) was estimated by counting those which fell into two trays  $1\frac{1}{2}$  sq. m. in area under each of the five trees. The trays contained enough water to drown the caterpillars, which were identified and counted. The proportion of ground pupating caterpillars in the total population in the tree crowns was estimated for each of the five trees each season, hence the total caterpillar population for each of the five trees was calculated in terms of the numbers per square metre of ground area. *Tortrix viridana* L. was the most abundant species pupating in the crowns. This species and the winter moth are similar in size whilst species very much larger or smaller are relatively uncommon. No allowance for size differences in the caterpillars of different species has been made since the effect of such an allowance would have been insignificant.

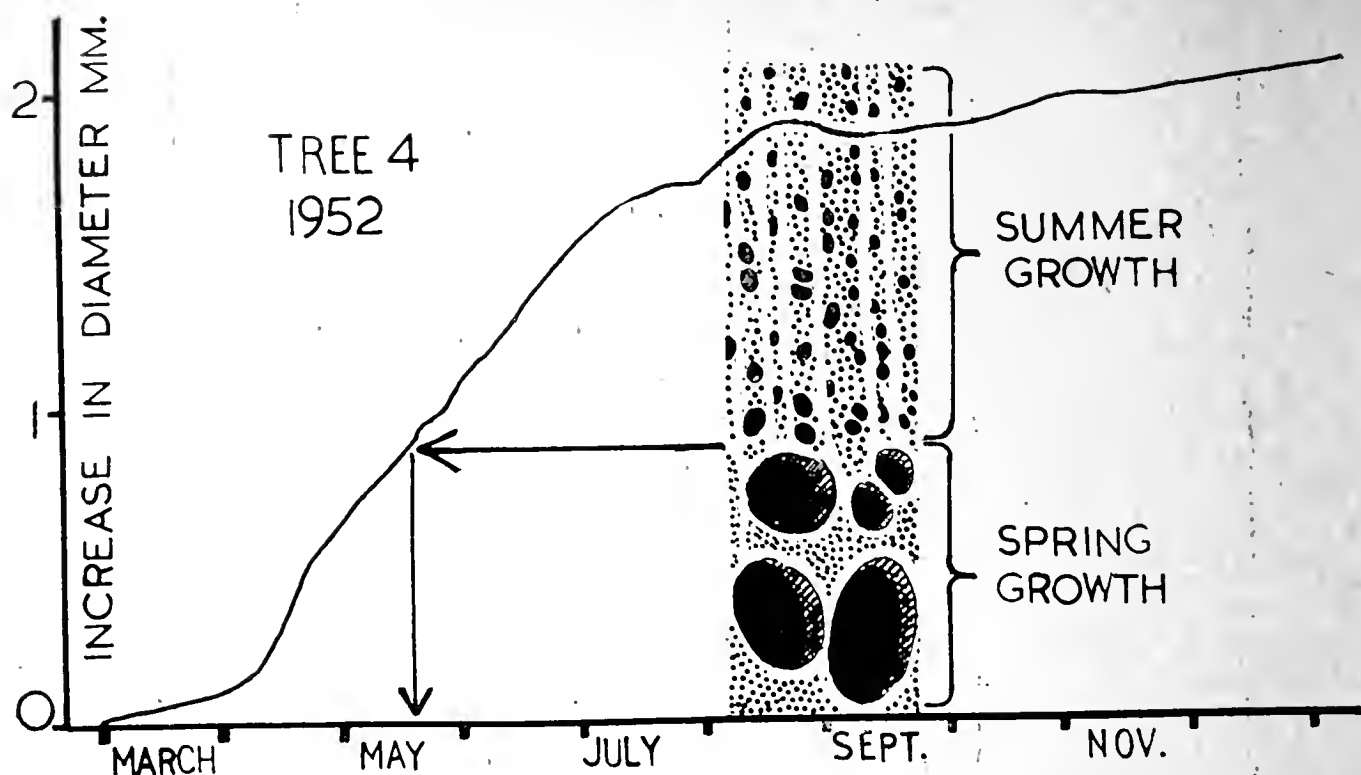


Fig. 1

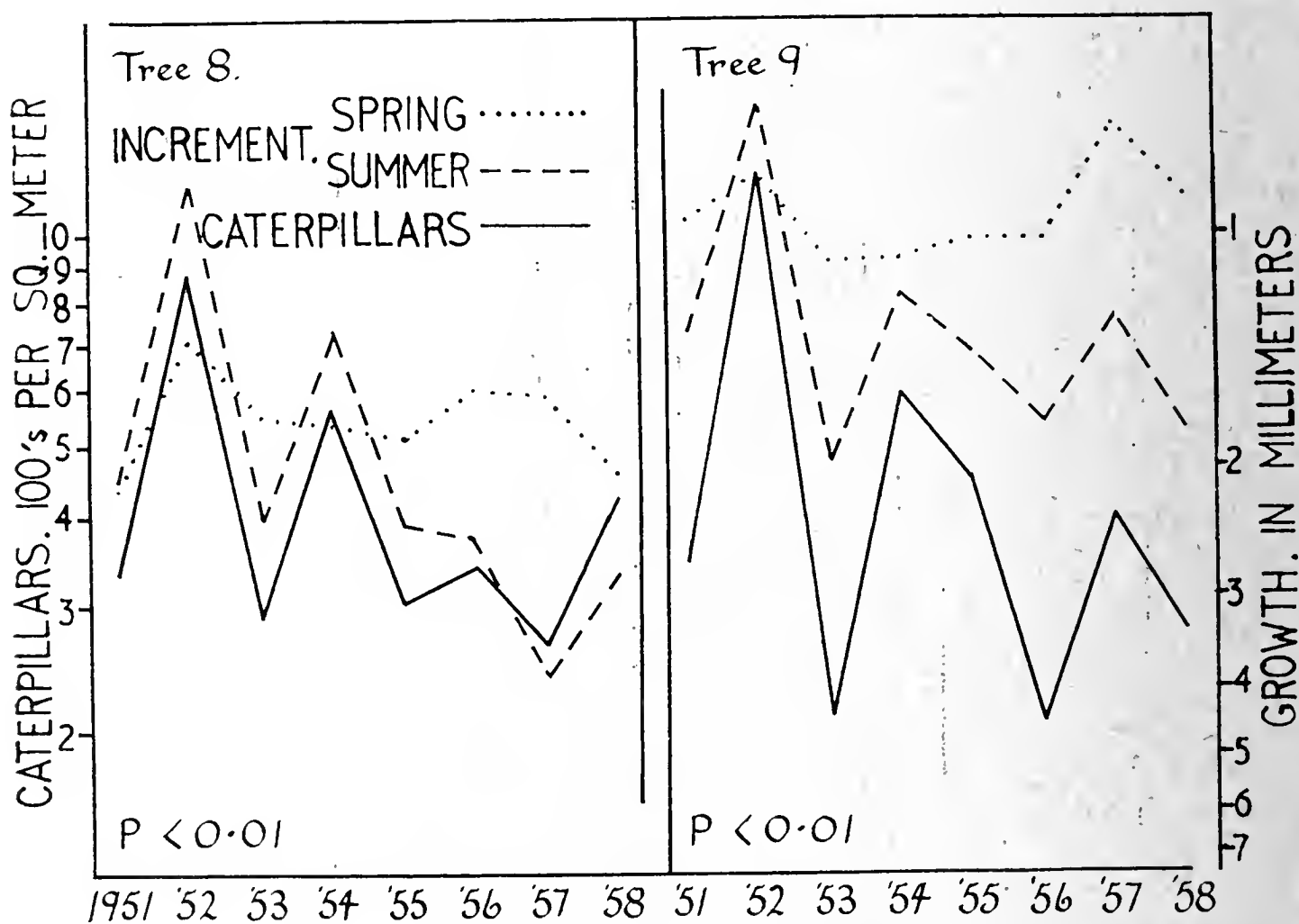


Fig. 2

In Figure 2, caterpillar numbers for eight years are shown for two representative trees and the radial increment of the trees has been plotted on an inverted scale to show how closely a rise in caterpillar numbers is accompanied by a fall in summer increment. The negative correlation for trees 8 and 9 is significant ( $P < 0.01$ ). For tree 5  $P < 0.05$ . Trees 1 and 15 gave negative correlations which were not significant ( $P > 0.05$ ).

This demonstration of a close relationship between high caterpillar numbers and low production of the hard fibrous wood which gives oak its strength suggests that the leaf area available for photosynthesis in the long days of June and early July is very important.

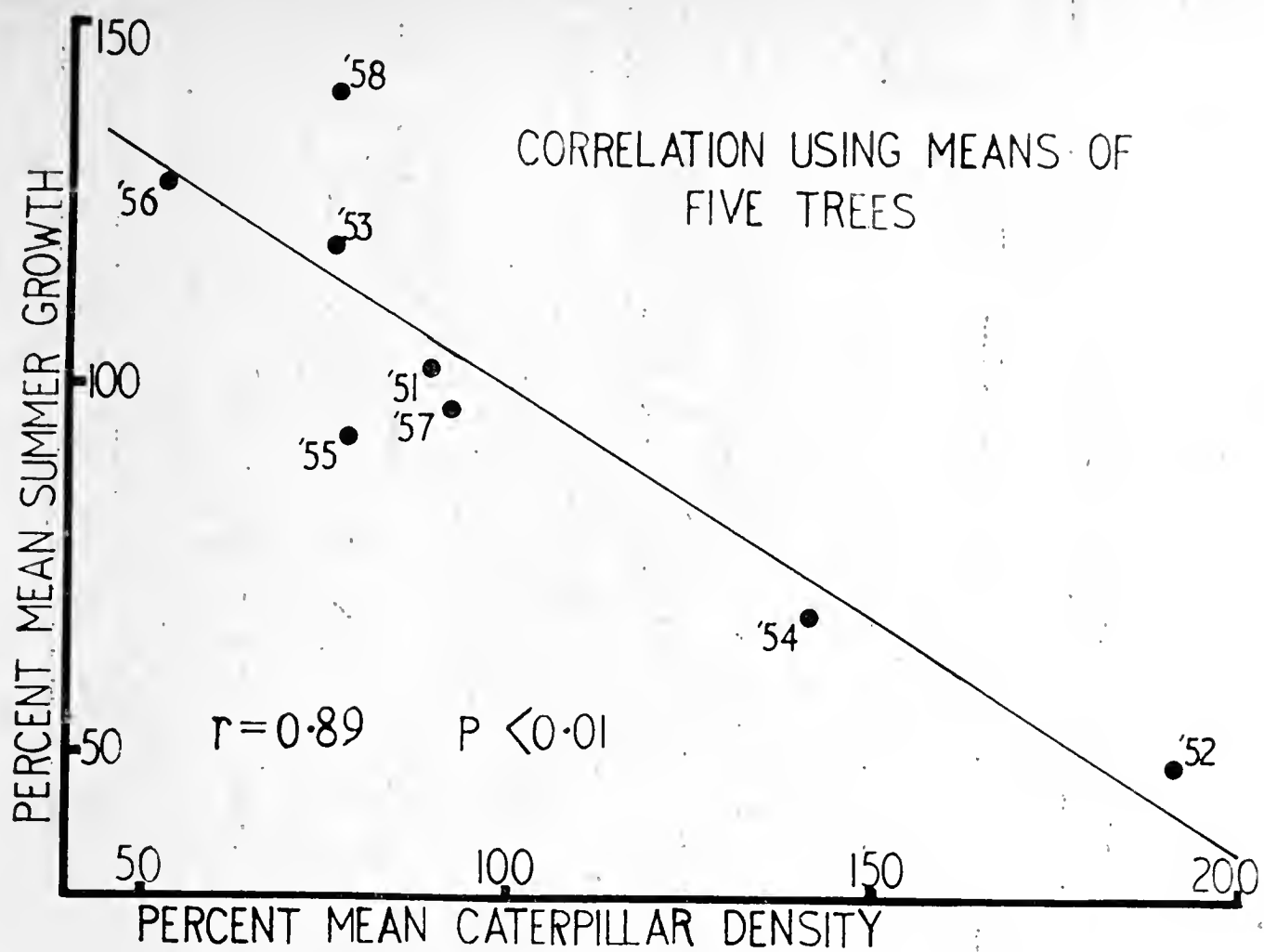


Fig. 3

Spring growth varied very much less than summer growth, but there is some indication that high caterpillar numbers reduce spring growth in the same year.

It is of interest to try and assess the reduction in timber production as a result of caterpillar damage during the period of observation, in which only 1952 and 1954 were noted as years of fairly heavy damage. Direct correlation fails to give an answer since the mean summer growth and caterpillar densities were very different on different trees in the same year, and tree 5, which opened its buds first each year, had both the highest mean growth and the highest mean caterpillar population density! Simple summation of growth and caterpillar density into single statistics for each year masks any correlation between them. The use of proportionate changes in growth and caterpillar population density overcomes this difficulty and at the same time prevents undue weighting by tree 5 with its high growth and caterpillar numbers. The amount of growth each year for each tree was therefore expressed as a percentage of the mean summer growth of that tree over the eight year period. The caterpillar population density was likewise expressed as a percentage of the mean density on that tree. The figures used in the correlation diagram (Fig. 3) are the means for each year of these percentages. This again gives a correlation which is significant below the 1% level.

Extrapolating the regression curve to zero caterpillar population gives the expected mean summer growth as 160% of the mean. We have, of course, no proof that the regression should be linear, so the conclusion that the elimination of the caterpillars would increase summer wood by 60% and total timber production by about 40% must remain tentative.

Holmsgaard (1955) reported that in Central Europe increment variations have chiefly been ascribed to changes in rainfall, whilst in Norway, Sweden and Finland they are mainly due to temperature conditions; he also gave the result of a multiple regression analysis of timber increment, rainfall in June and July, mean temperature June-September, and mean temperature August-October of the previous year. He concluded that the growth of oaks in Denmark was best correlated with June-September mean tempera-

ture. We have made a similar multiple regression analysis using meteorological data from the Oxford Observatory (situated 3 miles from the trees) and have found a high negative correlation between mean percentage of mean growth and mean percentage of mean caterpillar density. The correlations between growth and temperature and growth and rainfall are neither significant, but both correlations are in the opposite direction to the changes observed by Holmsgaard.

Our figures for the regressions are: caterpillar damage  $b_1 = 0.735 \pm 0.172$ ; rainfall in June-July  $b_2 = 0.178 \pm 0.225$ ; temperature June-September  $b_3 = 13.558 \pm 8.97$ .

For the trees we have studied timber production is mainly influenced by caterpillar numbers. However, since the growth of tree 5 was about twice that of the other four trees, in spite of special susceptibility to caterpillar damage, the properties of different oak strains requires much more study.

We wish to thank Mr. G. H. Thompson and Mr. T. E. Edwardson of the Forestry Department for taking the core samples, and Dr. M. G. Bulmer of the Unit of Biometry for advice on statistical methods. We also wish to thank the Agricultural Research Council, the Nature Conservancy and the Department of Scientific and Industrial Research for financial help at various times.

### Summary

1. Estimates of caterpillar numbers over a period of 8 years on five oak trees at Wytham (Berkshire), have been compared with radial increments of spring and summer wood each year.
2. The amount of spring wood is little affected by partial defoliation, but it is estimated that in the absence of caterpillar damage the amount of summer wood might be greater by 60%.
3. Individual trees which flushed their leaves late were less subject to caterpillar damage, but nevertheless grew more slowly, than an early flushing tree with much higher caterpillar population density.

### REFERENCES

- HOLMSGAARD, E., 1955. Arringsanalyser af danske skovtraeer. Forstl. Forsoksv. Dann. 22: 1—246. — JÜTTNER, O., 1959. Ertragskundliche Untersuchungen in wicklergeschädigten Eichenbeständen. Forstarchiv 1959: 78—83. — VARLEY, G. C. and GRADWELL, G. R., 1956 (1958)a. Balance in Insect populations. Proc. Xth. Int. Congr. Ent., 2: 619—624. — 1956 (1958)b. Oak defoliators in England. Proc. Xth. Int. Congr. Ent., 4: 133—136.

### DISCUSSION

J. F. HANSON: "At what height were the increment borings taken?"

G. C. VARLEY: All borings were at breast height simply because this is normal forest practice in England.

F. AZEVEDO, E. SILVA: "Did you notice the effect of the attack of the green tortrix on the flowers and fruits of the oak?"

G. C. VARLEY: We have not made any detailed measurements of the effect of caterpillar numbers on acorn production but at times of moderate or heavy damage the acorn crop will be reduced since the leaves and developing fruits are eaten. I would expect the loss of acorn crop to be related to the total number of all species of caterpillar rather than Tortrix alone.

L. P. LEFKOVITCH: "What effect upon the significance of the regression of growth upon caterpillar numbers was contributed by the figures for the years 1952 and 1954 in Figure 3?"

G. C. VARLEY: Obviously the significance of the regression depends to a large extent on the results in these two years since they were the years of peak caterpillar numbers and lowest summer growth. Ignoring these two years, the figures for the remaining years still give a negative correlation, but this is not statistically significant.



# POPULATION STUDIES OF THE GYPSY MOTH (*PORTHETRIA DISPAR* L.) IN NEW YORK STATE

D. L. COLLINS

New York State Museum and Science Service Albany, N. Y., U. S. A.

Since the introduction of the gypsy moth into the United States near Boston in 1869, it has spread gradually until it now infests all of New England and eastern New York, with isolated areas of occurrence in northeastern New Jersey and Pennsylvania. There is also an infestation near Lansing, Michigan.

The program for dealing with this serious forest pest has varied considerably over the years, and there has been no consistently followed policy either of research or control. While the insect was still confined to eastern Massachusetts, the first efforts were made to eradicate it from the United States. Unfortunately, legislative parsimony interfered, and because by 1899 the ravages had been somewhat reduced, the exterminative work was virtually abandoned. The result was that by 1903 it had become as abundant as ever in many places and was spreading. Ever since that time, and down through the present, opinion has been sharply divided as to whether the gypsy moth can or cannot be eradicated. It is certain that the golden opportunity for doing so is past, and I believe that it is futile to imagine that it will ever be accomplished.

The gypsy moth, *Porthetria dispar* L., is being fought from three principal fronts in the United States: Quarantine, control and research.

The control front has reached a virtual impasse, awaiting the results of research on many points before further progress can be made.

It is well known that gypsy moth abundance varies unpredictably; what causes the relative abundance in one area and the lack of injury in another, in many instances, is not known. Factors having to do with site, occurrence of especially susceptible host trees, local climatic variations, presence or absence of predators, and factors favoring the spread of diseases which attack the caterpillars, are all known to play a part. An important need has been a special study of these factors as they apply, separately or together, in specific instances.

The object of this paper is to outline briefly some studies that have been under way in New York for the past three years to fulfill that need. This is actually an introduction to several papers and a bulletin of the New York State Museum and Science Service which are planned, under the authorship of Robert Campbell, who has done most of the field work.

Although some of the points on which it was desired to obtain data had already received some consideration in New England, it was desirable to study them individually and collectively under specific New York State conditions in order to evaluate them as components of the New York picture and to put them on a more quantitative basis, and to develop them, if possible, into practical features of the control effort.

Twelve permanent observation plots were laid out in Forest District 11 (Washington, Warren and Saratoga counties) in 1954. Since no fulltime observer could be assigned to the gypsy moth work until 1957, the amount of data that could be gathered was limited to data on defoliation and egg masses. In June, 1957, R. W. Campbell was assigned to make observations in these study plots and in others that were subsequently established.

The observations made during that first season led to the selection of several specific factors and for more detailed study in a limited area. These included the role of parasites and predators, winter kill of eggs, effects of late frosts on eggs, wilt (polyhedrosis), temperature and humidity, and nature of site.

Collectively, the observations constituted a systematic study of the population dynamics and ecology of the species.

## I. "Study" Areas

Mr. Campbell had in mind developing what might be termed either "life tables" or "environmental resistance" tables in which he attempted to account for the mortality in each instar. Even within areas as small as those chosen, different "sites" can be delimited, in each of which specific factors have different weights. The life tables for each of the microhabitats would therefore be expected to be different.

Each site was defined and described chiefly on the basis of its plant composition type, soil, and drainage.

In 1959, the second year of the systematic observations, the organization of the plots, subplots and sites was as follows.

Three woodlots, all in one township (Glenville, Schenectady County) comprised the series. It was presumed that there had been a high gypsy moth population in the area for several years prior to the observations, since in 1957 one site had a population density characterized by over 12,000 egg masses to the acre. Serious defoliation was first noticed here in 1957. This was called the "Lucas plot", after the name of the owner, Stephen Lucasiewicz. This was the scene of our preliminary studies in 1958.

Within the Lucas woodlot four "sites" were defined, all very susceptible types. In order to have parallel observations in less susceptible sites, two nearby plots were included in the observations made in 1959. These were called the Looman woodlot and the Red Oak woodlot.

The Looman woodlot, in turn, included four sites, two of which would be expected to be defoliated occasionally. The Red Oak woodlot contained two sites, only one of which was studied in 1959.

Ecologically the several sites were classified loosely as wet, medium ("damp"), and dry. For correlating with observations on the caterpillars in each site, descriptions were made of soil, drainage, composition of overstory, composition of understory, and canopy closure.

### Procedures

Twenty-nine square 0.1-acre "plots" were delimited in the several sites. Within each plot systematic observations were made, classified and described as follows.

#### I. Measurements of population density

1. Counts of numbers of egg clusters.
2. Sticky trap boards to trap newly hatched larvae. One-foot-square boards in 1959, 16-inch square boards in 1960. They were masonite boards smeared with "tanglefoot" placed on the ground sticky face up, at selected locations, to catch caterpillars that dropped from the trees.
3. Permanent observation points, consisting of numbered branches.
4. Frass hammocks and frass boards, to determine the volume of frass produced by larvae per unit area. This was measured periodically within each of seven sites, and by comparison with frass production by known number of larvae, was used as one method of estimating population. The hammock consisted of one square yard of doubled cheese-cloth tied with string stretched from each corner to a tree, close to the ground. The "boards" were 16-inch square pieces of masonite placed on the ground.

#### II. Other Observations

1. Small mammals as predators of gypsy moth.
  - (a) As one index to relative small mammal population density, dropping-boards were used. These were 4-inch square masonite panels, placed at strategic locations on the ground.
  - (b) Small mammal enclosures. To study small mammal predation, 0.1-acre plots were enclosed with quarter-inch mesh hardware cloth topped with aluminum foil. Small mammals were eliminated from these plots by trapping. In 1959 three enclosures were set up.
2. Other predators. Systematic efforts were made to accumulate data on invertebrate predators such as *Calosoma* beetles, spiders, ants and others, and their relative importance in the different plots. The activities of birds as gypsy moth predators were also studied.
3. Rearing studies. Large-mouth quart mason jars with fine mesh wire screen lids served as rearing cages. The rearing was done in order to yield data on parasites and disease incidence, and adult sex ratios.
4. Behaviour studies. The behaviour of the caterpillars in response to the markedly different environmental factors in the several plots was studied and furnished important

clues to understanding the reasons for the development of very large and small populations. Behaviour patterns were determined.

5. Seasonal history. Seasonal history—i.e., rates of development of the caterpillars in the several plots were studied, and the factors responsible for their differences were analyzed.

### Environmental Resistance

By this term is meant the factors which are adverse to the increase of a gypsy moth population. These factors may differ from one instar to the next as well as between the plots and even when the same factors operated, they differed in relative importance from one location to another and from one instar to another.

For the study of environmental resistance, preliminary observations over the first two years led, in 1959, to the gathering of data on several rather specific factors, which not only influenced the survival of larvae to a different degree in different instars, but also in the different plots. These factors were grouped for convenience, as follows:

*Group I.* Factors primarily affecting newly hatched larvae, i.e., the first instar.

*Dispersion Losses:* a) by the wind, b) by wandering and failing to find food, c) drowning, d) entanglement, e) exposure to adverse weather (exposure to parasite and predator attack is considered separately).

*Group II.* Arthropod predators. Included ants, spiders, Hemiptera and, especially, species of *Calosoma* and *Carabus*.

*Group III.* Avian predators.: Included nuthatches (*Sitta carolinensis*) and downy woodpecker (*Dryobates pubescens*), cuckoo (*Coccyzus americanus* and *Coccyzus erythrophthalmus*), grackles, *Quiscalus* sp. and red-winged blackbird (*Agelaius phoeniceus*), and others.

*Group IV.* Mammalian predators. A special investigation to evaluate the position small animals have been thought to occupy (by Bess, Spurr, and Littlefield, 1947, and by others) among the natural control agents. Preliminary observations indicate great differences due to site, and make generalizations of doubtful value. Gray squirrels (*Sciurus carolinensis*), skunks (*Mephitis mephitis*), as well as the meadow mouse (*Microtus pennsylvanicus*), the deer mouse (*Peromyscus leucopus*) and the short-tailed shrew (*Blarina brevicauda*), were all noted as feeding on one stage or another of the gypsy moth. Attempts were made to determine to what extent these mammals influenced populations in the several plots.

*Group V.* Parasites. Parasites noted in the plots included *Ooencyrtus kuwanai* (Howard), an egg parasite introduced from Japan; *Apanteles melanoscelus* (Ratz.) (family Braconidae, imported from Europe); *Compsilura concinnata* (Meigen), and *Exorista larvarum* (L.), both Tachinidae; and the ichneumonids, *Theronia atalantae* (Poda), *Coccygonimus pedalis* (Cresson), *Itopectis conquisitor* (Say) and *Theronia hilaris* (Say).

Whether the sarcophagid *Sarcophaga aldrichi* was chiefly a scavenger rather than a predator was also a subject of study.

*Group VI.* Starvation and structural failure.

*Group VII.* Disease. Perhaps the most important factor operating against the buildup and/or continuation of high populations. Among the important causes of mortality was a polyhedral virus. The factors which favored the establishment and increase of this disease were studied, and it is hoped that a better understanding of the role of this and other diseases will be a major contribution from our studies.

*Group VIII.* Factors primarily affecting the succeeding generations. (a) The final sex ratio of emerged adults after all the other factors mentioned have been operating, will of course profoundly affect the next generation. If any of the factors mentioned are

sex selective that factor takes on an added interest and importance. Observations suggested that there was a sex selection or at least a selection related to size and vigor in several of them, and an effort to determine this became one of our chief concerns as the work progressed.

(b) Fertility: number of eggs per mass, and number of egg masses per acre. The latter figure has been used as a superficial index of probable infestation, but extensive observation indicates that the number of eggs per mass is very important in itself, and seems to be correlated with number of masses per acre as well as with other measurable factors which we are trying to analyze.

### Environmental Resistance Tables

Data gathered under the general headings described above are being summarized in tabular form as "environmental resistance tables," or "life tables" as they have also been called. These tables will facilitate visualizing the changing status of a gypsy moth population from one stage to the next on an individual site basis, will show during what stages major losses occur, and the reasons for these losses.

A comparison of a table from one site with that from another should then enable the thoughtful observer to come to a better understanding of the underlying causes of population fluctuations in any specific situation, i.e., a given forest type under known conditions, and by extension of reasoning from the observable phenomena to forecast the turn of events for one or several seasons to come.

### DISCUSSION

Dr. MILOŠ MAKSIMOVIC. In the U.S.A., what was the number of egg clusters used as the index of population increase to the point where control would be advised?

Dr. D. L. COLLINS. In State-sponsored work, when the egg mass count reached 500 per acre in an area of 50 acres or more, in a susceptible stand, as a general rule spraying was advised. It is hoped that the population studies described in the paper just presented will lead to more precise criteria as to what constitutes a "susceptible" stand.

Dr. MILOŠ MAKSIMOVIC. In Yugoslavia we found that when we have approximately 50 egg clusters per hectare (125 per acre), we have a critical number. Then we start control by applying D N O C to the clusters. Otherwise, the next year there would be 1000 to 5000 egg clusters per hectare. We now use the sex-attractant moth traps as an index to the population in any area, as contrasted to the use of traps in the U.S.A. only in border zones to indicate presence or absence of moths or spread to new areas, with respect to the necessity for extermination measures. In Yugoslavia when a trap catches only 25 moths in the whole period of moth flight, we have only up to 10 egg clusters per hectare and control measures are not needed.

Dr. J. B. SIMEONE. Has the method of measuring the population of the gypsy moth by trapping adults allowed you to keep damage from this insect at a low level throughout Yugoslavia?

Dr. MILOŠ MAKSIMOVIC. In Yugoslavia we have used sex attractant traps through all of Serbia for the past three years. We have found that with this method we can determine whether the population is increasing, and when one trap catches 25 to 150 gypsy moth males, this is the critical number which indicates that there are about 50 egg clusters per hectare; then we take control measures against the egg clusters, and in this way we maintain the population of gypsy moths at a low level.



# THE INTERACTION OF THE SPRUCE BUDWORM AND THE PARASITE GLYPTA FUMIFERANAE (VIER.)

C. A. MILLER (Canada)

Manuskript nicht eingelangt

## ABSTRACT

The analysis of field data obtained during an outbreak of the spruce budworm in New Brunswick shows that the effect of the primary parasite *G. fumiferanae* is described by Watt's (1959) general model of predator-prey interaction. Holling's (1959) functional response equation will also describe these data.

The number of hosts attacked by *G. fumiferanae* decreases in areas of severe infestation evidently as the result of changes in parasite behavior. This is illustrated by a hypothetical interaction based on Watt's model, which shows regular oscillations of the spruce budworm and *G. fumiferanae* in the absence of severe defoliation, but significant increases in budworm density when the effect of severe defoliation on the attack rate of the parasite is incorporated into the model.

## REFERENCES

WATT, K. E. F. Canadian Entomologist 91: 124—144. 1959. — HOLLING, C. S. Canadian Entomologist 91: 385—398. 1959.

# INVESTIGATIONS ON THE RESISTANCE OF CONIFERS TO BARK BEETLE INFESTATION

J. P. VITÉ and J. A. RUDINSKY

The investigations reported here were attempts to find and describe such factors as might effect the phenomenon of resistance or susceptibility of conifers to bark beetle attack. Mainly, these studies have been restricted to ponderosa pine (*Pinus ponderosa* Laws.) and Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.] Franco) and were carried out in co-operation between the Boyce Thompson Institute for Plant Research, Inc., Yonkers, N. Y., the University of California, Berkeley, California, and Oregon State College, Corvallis, Oregon during the season of 1959.

From field observations it is generally recognized that the resistance to bark beetle attack exhibited by certain trees while other trees succumb, must be physiological in nature, and that disturbances in water relations are the most likely cause of the subnormal physiological condition of individual trees or entire stands. Furthermore, previous studies (1, 2, 4, 8) indicated that such disturbances were reflected in the turgidity of the phloem tissue and were measurable as osmotic pressure obtained in the sap pressed from the phloem (2, 7). The wide variation of osmotic pressures from tree to tree, on different sites, and throughout a season, however, did not permit the establishment of critical values for practical application as a risk rating of trees or stands (8). Naturally, mere quantitative determinations of the moisture content of the phloem remained even less successful. Therefore, a more dependable indicator of the physiological condition of a tree and a practical technique to measure it accurately became a major concern in this investigation.

## Determination of Physiological Condition

In recent years, in addition to the water content and the state of water within a plant, other indicators to determine the physiological condition of trees have been proposed, i.e. the thickness of bast fibers, the acidity of phloem sap, galvanoelectric measurements, the starch content, and the exudation of oleoresin (2, 6, 7, 8). Because of the suspected

influence of the water content upon the physiological condition, first of all it was necessary to find measurable indicators of the water balance. The more independent of other variables, the more closely related to the water balance, and the more exactly measurable an indicator is, the better it will reveal the water balance governing the general physiological condition of the tree. A critical search for an appropriate method to reveal the tree condition must begin with the recognition that the cell turgor reveals the water balance of a tree better than the osmotic pressure, the moisture content, the diffusion pressure deficit, or other indicators that depend only indirectly on the tree moisture, e.g. the starch content. Among investigations of tree susceptibility and resistance to bark beetle infestation, the work of Muench on the physiology of resin exudation (3) provides two reasons for measuring the turgor of resin-producing trees. First, since the oleoresin exudation depends on the turgor of the epithelial cells lining the resin channels, the oleoresin exudation pressure becomes an indicator of the turgor. Second—as emphasized also by the investigations of Schwerdtfeger (4)—it is to be expected that the intensity of resin exudation plays a decisive role in the resistance of the host to bark beetle infestation, as this resistance depends first on oleoresin exudation pressure and later upon the production of oleoresin.

### Measurement of Oleoresin Exudation Pressure

A rather simple technique to directly measure the oleoresin exudation pressure was found by using commercial gauges attached to the outer sapwood of the main bole of certain conifers. A  $1\frac{1}{2}$  inch long nipple of  $\frac{1}{8}$  inch pipe tightened to the gauge by means of a bell reducer was screwed into a slightly narrower hole ( $\frac{3}{32}$  inch) that had been drilled radially to a depth of about 2 inches through the smoothed bark into the outer xylem. The remaining bark served as a satisfactory tightening material when the bottom of the bell reducer was slightly forced into it. In ponderosa pine, the heavy oleoresin flow from the severed resin ducts filled the gauges within 2 to 8 hours to the point of equilibrium, at which point the readings commenced. In Douglas-fir, however, the equilibrium was reached within 3 to 10 days.

Several types of gauges were used in this investigation: Bourdon tubes calibrated 10 to 200 p.s.i. and providing correct readings to  $\frac{1}{15}$  of an atmosphere, and recording instruments employing helical gauges of small volume with the same capacity and allowing correct readings to about  $\frac{1}{30}$  of an atmosphere.

Compared with any other method that allows estimation of the oleoresin exudation pressure only, the use of the gauges proved to be far superior because of the accuracy and simplicity of the technique. However, this method is limited to coniferous species and individual trees with ample resin flow and slow crystallization of the oleoresin acids that normally obstruct the instrument sooner or later. It was successfully used on several pine species (*P. ponderosa* Laws., *P. lambertiana* Dougl., *P. monophylla* Torr. & Frem., *P. monticola* Dougl., *P. attenuata* Lamm., *P. sabiniana* Dougl., *P. strobus* L., *P. nigra* Arnold), and on Douglas-fir, *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco. Generally, better results were obtained from trees older than 30 to 40 years and with large sapwood layers. Fast crystallization of the resinous material (*Pinus jeffreyi* Grev. & Balf.) or insufficient resin flow (*Pinus contorta* Dougl., *P. silvestris* L., *Larix occidentalis* Nutt., and *L. decidua* Mill.) was the cause of unsatisfactory results in other tree species (5).

The close correlation between the water relation and the oleoresin exudation pressure was expressed in a distinct diurnal and seasonal fluctuation depending on the prevailing weather and site conditions and was also experimentally confirmed by artificial alteration of the rate of transpiration (Figure 1).

The diurnal fluctuation of oleoresin pressure followed directly the course of transpiration, with the highest value at dawn and the lowest in the afternoon as the diffusion

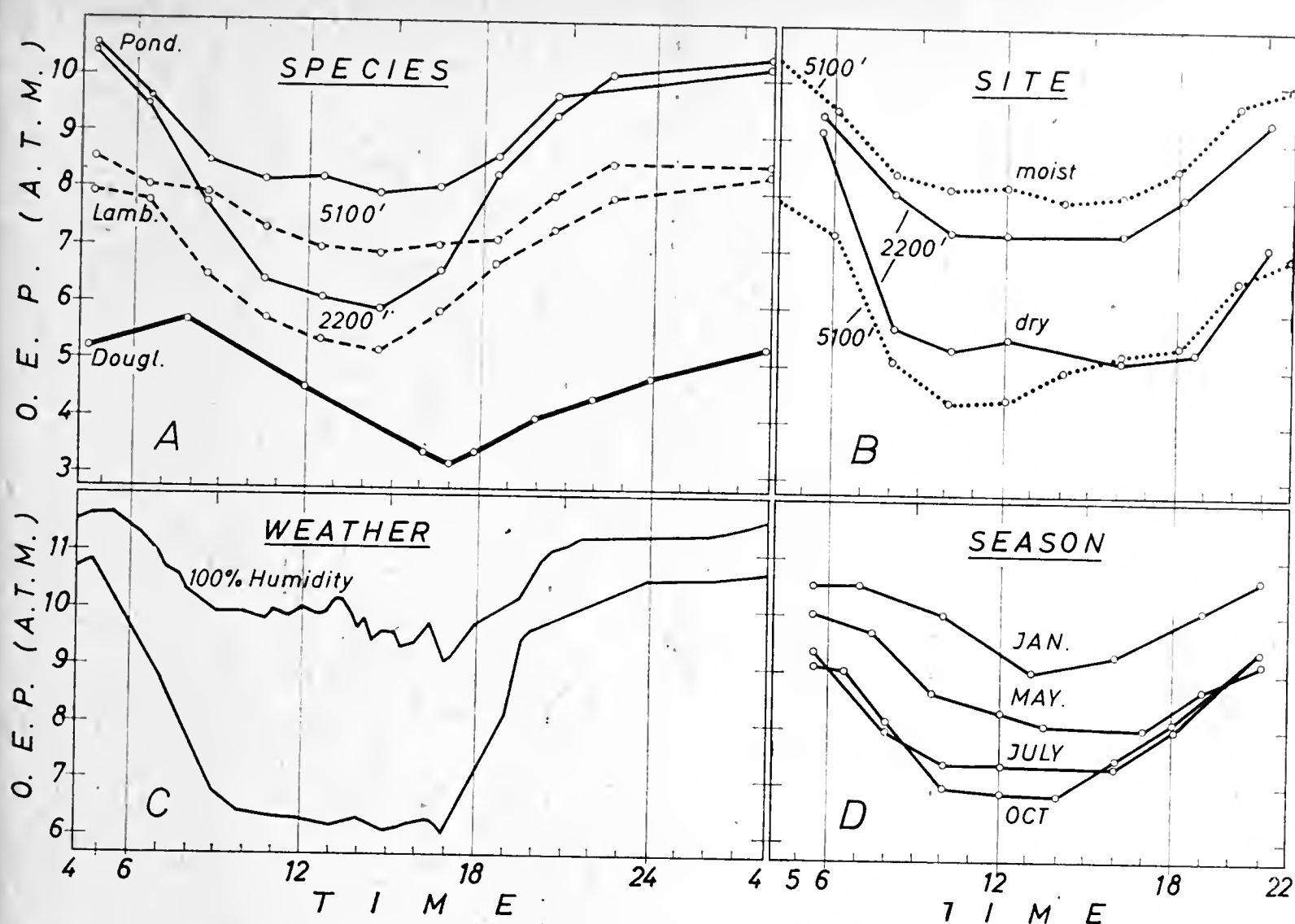


Figure 1. The diurnal course of oleoresin exudation pressure on a clear day and its dependence on species, site, weather, and season.

- Average values for a stand of *Pinus ponderosa* and *P. lambertiana* at 5100 and 2200 feet elevation, and a stand of *Pseudotsuga menziesii*.
- Average values for stands of *P. ponderosa* on a dry and a moist site at 5100 and 2200 feet elevation.
- Diurnal fluctuation of oleoresin exudation pressure in an 80-year-old *P. ponderosa* on two subsequent summer days; on the second day (upper curve) the humidity was raised artificially to 100% through a sprinkling system installed in the crown of the tree.
- Average values for a stand of *P. ponderosa* on a clear day in each of the four seasons.

pressure deficit increased within the trunk. In spite of similar environmental conditions, certain of the tree species investigated showed constant differences in the pressure level; with soil moisture at or near field capacity, *Pinus ponderosa* exhibited 10 to 11 atm. in the morning, but *Pinus lambertiana* 8 to 9 atm. and *Pseudotsuga menziesii* 5 to 7 atm. only (Figure 1A). During the summer, trees of the same species showed considerably lower pressures in the daytime on dry sites than on moist sites (Figure 1B), but the exudation pressure was increased by experimentally raising the soil moisture and reducing the rate of transpiration by sprinkling the tree with water (Figure 1C). The decrease in soil moisture as the season progressed was expressed in a steady decrease of the exudation pressures from spring to fall (Figure 1D). Further details are described elsewhere (6).

### The Mechanism of Resistance

Drastic interruptions of the phloem tissue and the water-conducting xylem, as well as drastic environmental changes and water injections, were used to investigate whether trees or portions of trees could be physiologically predisposed to bark beetle attack. From a comparative study of the effect of these surgical measures on the water relations and the oleoresin exudation pressure, further information on the nature of predisposition

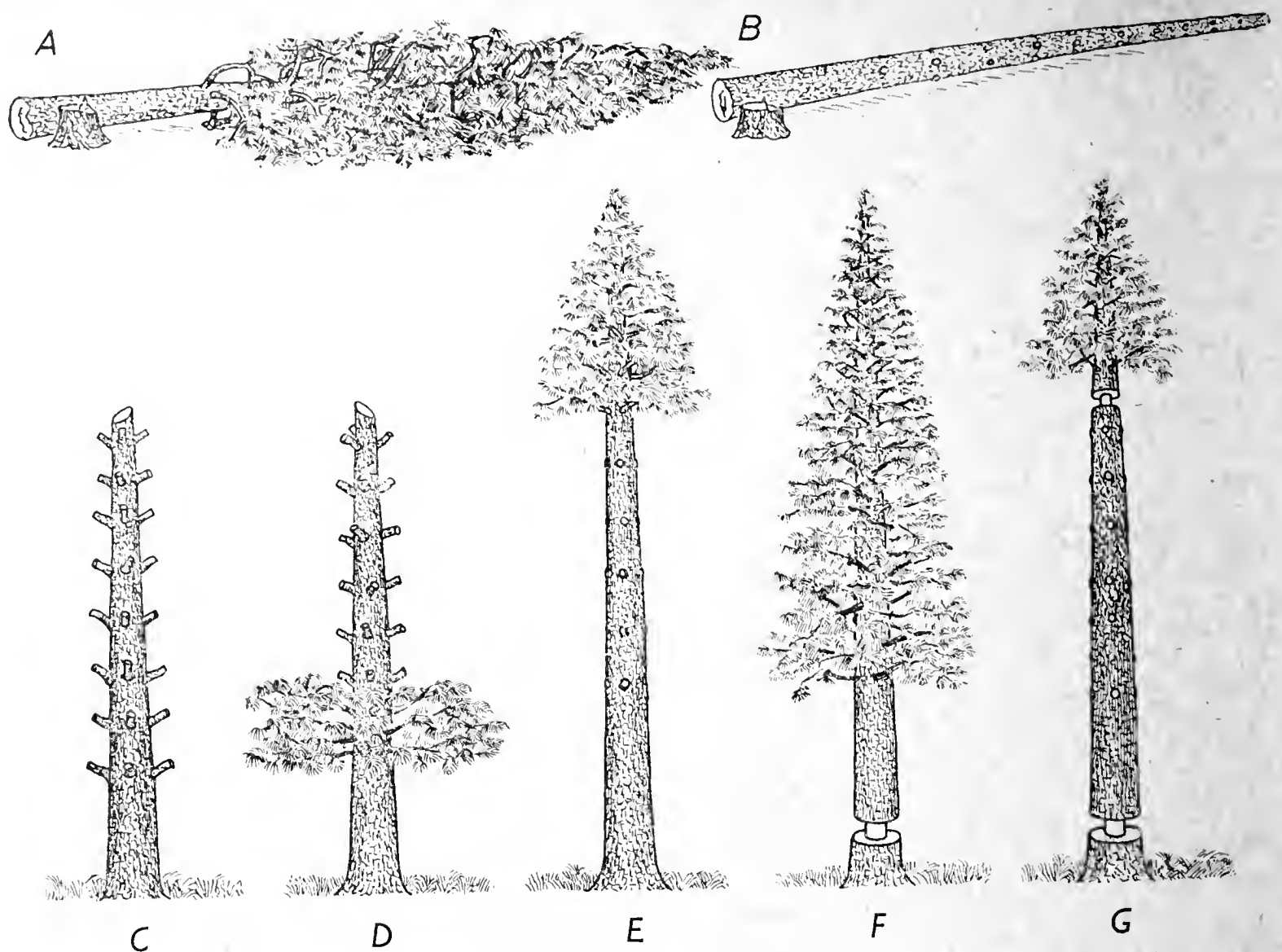


Figure 2. Surgical measures on mature *Pinus ponderosa* as explained in the text and Table I.

or susceptibility of ponderosa pine to bark beetle attack was expected. Again, the subject of this investigation was second-growth ponderosa pines, 60 to 100 years of age. The experiments were carried out in two restricted areas of the Boyce Thompson Institute's experimental forest at Grass Valley, California in which the population of *Dendroctonus brevicornis* Lec. and *Ips confusus* (Lec.) was maintained at a high level by concentrating infested material from elsewhere. The measures and their effect upon the bark beetle attack are summarized in Figure 2 and Table I.

From the experiments described it can be concluded that the predisposition of ponderosa pine to bark beetle attack is due to disturbances in the water relation that decrease the turgidity considerably beyond diurnal, seasonal, or local fluctuations. The lack of transpiration water leads to a steadily increased diffusion pressure deficit throughout the tree and subsequently to low turgidity in the living tissue. With decreasing turgidity in the epithelial cells lining the resin ducts, the rate of exudation of oleoresin from the interconnected capillary system of resin ducts diminishes, and becomes a major factor in determining whether the initial bark beetle attack is successful or not. Although it is possible to demonstrate experimentally the rather immediate effect of the water relation on the oleoresin exudation pressure, and the close correlation of the latter with bark beetle attack, it is not assumed that the resistance of ponderosa pines is exclusively physical in nature. Other mechanisms of resistance such as the ability to produce oleoresin or to form traumatic tissue and the secretion of secondary resin therefrom, may be similarly higher in trees with normal turgidity than in trees in a subnormal state. Studies on the consistency of the oleoresin by means of gas chromatography also indicate considerable quantitative differences between high-pressure and low-pressure trees.

Preliminary experiments with Douglas-fir indicate that the water relation has a similar effect upon tree susceptibility to bark beetle infestation and that this water relation is



**Table I**  
Surgical Measures on Mature Ponderosa Pines and Their Effect on Subsequent Infestation by  
*Dendroctonus brevicornis* and *Ips confusus*.

Measure	Effect on		
	Oleoresin Exudation Pressure	Phloem Moisture	Beetle Infestation
A Cutting, branches remaining...	decrease to 0 within 24 hours	rapid decrease	successful within 48 hours
B Cutting, branches lopped .....	decrease to 0 not before 2 to 3 days	normal, increases occur	successful after several days
C Complete lopping of standing tree .....	increase followed by slow decrease over several weeks	steady increase to point of saturation	unsuccessful for period of 3 to 7 weeks
D Partial lopping of a standing tree .....	normal	normal	no effect
E Pruning .....	normal	normal	no effect
F Single bark or sapwood cuts ..	normal until phy- siological death	normal until phy- siological death	no effect
G Double bark or sapwood cuts..			
H Extreme deep cuts into bark and sapwood .....	decrease*	decrease*	*
I Exposure .....	decrease*	decrease*	*
K Water injections to cut trees ..	decrease	normal or slight increase	successful
L Water injections to branchless logs .....	decrease	increase to point of saturation	unsuccessful

\* Trees treated in such a manner showed rather individual differences; in some the oleoresin exudation pressure and the moisture remained normal and the beetle invasion unsuccessful.

also reflected in the oleoresin pressure of individual trees. At present, however, it is not established whether the oleoresin pressure is of the same importance as in pines, because of the rather slow production of the oleoresin and also the inability of the Douglas-fir beetle to survive contact with resin. It also was found that the consistency of the oleoresin of Douglas-fir differs basically from that of pines. It is likely that a comparatively smaller amount of oleoresin is highly effective against the invading Douglas-fir beetle.

### Field Observations

Measurements of the oleoresin exudation pressure were undertaken on a larger scale to determine whether the resistance of individual ponderosa pines can be revealed significantly by the oleoresin pressure, as well as to test the applicability of such measurements as a technique for rating bark beetle risk under field conditions. The subject of the investigation was stands in endemic and outbreak conditions of *Dendroctonus brevicornis* and *D. monticolae* in the Sierra Nevada Mountains. Stands and locations within stands in which outbreak conditions prevailed were characterized by a large percentage of trees with low oleoresin pressure (see Table II). Furthermore, predictions were made as to the relative susceptibility of 424 trees in a stand of ponderosa pine by measuring the oleoresin exudation pressure at the time of beetle flight. One third of these trees were subject to initial bark beetle attack without significant difference between those with high (31%) and low pressures (32%). However, of the 186 trees classified as potentially susceptible, 34 trees or 18% were subject to mass infestation and 33 were killed, whereas only 6 out of 147 trees classified as potentially resistant were invaded en masse and only

Table II

Correlation Between Oleoresin Exudation Pressure and Infestation by *Dendroctonus brevicornis* and *D. monticolae* in Stands of *Pinus ponderosa* in the Sierra Nevada Mountains.

Plot	Beetle Population	Stand	Oleoresin Exudation Press. in atm.			Trees	
			Low 0—4.0	Medium 4.1—6.5	High 6.6—12.0	Invaded	Killed
A	High	Dense	50 %	25 %	25 %	25 %	6.6 %
B	High	Open	24 %	16 %	60 %	25 %	3.3 %
C	Low	Open	15 %	9 %	76 %	None	None

one was killed. Exactly 91 trees showed medium pressures (between 4.1 and 6.5 atm.); 18 of those trees were mass-invaded but 12 proved resistant. The differences in mass-invasion between these two groups of trees can be explained from the fact that a successful initial beetle invasion is prerequisite for subsequent mass attraction and therefore for mass-invasion. Normally, the condition for a successful initial invasion of a few beetles seems to be restricted to trees with subnormal oleoresin pressure of less than 6.5 atm. only.

Measurements of oleoresin pressure in Douglas-fir were undertaken during the latter part of 1959 and the first half of 1960 in 80 and 180 year-old stands in the coastal range of Western Oregon. The average annual precipitation there amounts to between 35 and 45 inches and occurs mainly from October to May. Since the great outbreak of 1952 to 1955, this region has harbored a rather high endemic population of the Douglas-fir beetle, maintained at this level in windthrown trees that appear in some number each year.

Seasonal fluctuation of the oleoresin exudation pressure is fairly great. After the first light rain of the fall, the pressure was 6 atms.; in November after heavy rains and annual needle cast, it reached its maximum of 9 atms.; during freezing periods it decreased again to 7 atms. During the Douglas-fir beetle flight in April and May, oleoresin pressure in healthy trees was still 6 atms., and during the intensive growth of new shoots, it dropped markedly (5 atms. and lower). The 180 year-old stand contains a large proportion of trees infected by fungus *Fomes pini* (Thore) Lloyd. Oleoresin pressure in these fungus-infected trees at the time of beetle flight was about half of that in healthy trees, i.e. 3 atms. During the winter storms, many of the fungus-infected trees were broken off; some stems were badly damaged, and their oleoresin exudation pressure dropped to 2 atms. or less; others retained a few branches and their pressure at the time of beetle flight remained at the level of standing fungus-infected trees or even increased slightly. The oleoresin exudation pressure of windthrown trees, on the other hand, decreased to 1 atm. or to zero depending on the root connection and whether at least part of the crown had been retained.

Differences between the pattern of bark beetle infestation in stands of ponderosa pine and in those of coastal Douglas-fir are most apparent at low population level. In ponderosa pine individual trees or small groups of trees scattered over the entire stand are infested. In Douglas-fir of the coastal region, infestation at the low population level is confined to dying, windthrown, fire-killed, or occasionally suddenly released trees—this is in contrast to the Rocky Mountain region where drought may provoke an outbreak. In the area of investigation only stems of broken-off, fungus-infected trees exhibiting less than one and one half atms. of oleoresin exudation pressure and windthrown trees with one atm. of pressure or less were successfully invaded by the Douglas-fir beetle. Broken-off stems retaining a few branches and windthrown trees that were hung on standing trees exhibited medium pressure and were not successfully invaded by the beetles. Douglas-fir beetles do not form resin tubes at the entrance as the *Dendroctonus*

species do on pines, and even slight continuous resin exudation stops their excavation. When entangled in resin the adult dies within a few minutes.

Under outbreak conditions, as also Schwerdtfeger found with *Ips typographus* on Norway spruce (1955), the rapid mass-invasion of the Douglas-fir beetle overcomes groups of trees regardless of the physiological condition of individual trees. From this evidence it seems that the restricted quantitative oleoresin potential in Douglas-fir decreases its resistance to mass invasion by the Douglas-fir beetle.

In conclusion, it appears that in ponderosa pine stands the oleoresin exudation pressure can be used as an objective criterion to determine the risk rating of both individual trees and entire stands under endemic as well as outbreak conditions. With Douglas-fir, it appears from the experiments to date that the oleoresin potential does not play the same role as with pines particularly at high beetle population level, although measurements of the oleoresin exudation pressure reflect the physiological condition of an individual tree.

#### REFERENCES

1. ANDERSON, R. F. Host Selection by the Pine Engraver. Jour. Econ. Ent. 41: 596—602. 1948. — 2. MERKER, E. Der Widerstand von Fichten gegen Borkenkäferfraß. Allg. Forst- und Jagdztg. 127: 129—145, 168—187. 1956. — 3. MUENCH, E. Naturwissenschaftliche Grundlagen der Kiefernharznutzung. Arb. Biolog. Reichsanstalt f. Land- u. Forstwesen X: 140 pp. 1919. — 4. SCHWERDTFEGGER, F. Pathogenese der Borkenkäfer-Epidemie 1946—1950 in Nordwestdeutschland. Schriftenreihe Forstl. Fak. Univ. Göttingen 13/14: 135 pp. 1955. — 5. VITÉ, J. P. und J. A. RUDINSKY. Untersuchungen über die Anwendbarkeit von Harzdruckmessungen zur Bestimmung des physiologischen Zustandes von Coniferen im Rahmen der Borkenkäferforschung. Forstwiss. Centralbl. 79 (5/6): 162—169. 1960. — 6. VITÉ, J. P. The Influence of water supply on oleoresin exudation pressure and resistance to bark beetle attack in *Pinus ponderosa*. Contribs. Boyce Thompson Inst. 21: 37—66. 1961. — 7. ZDRAJKOVSKY, K. I. Determination of Resistance of Pine to Root Rot. Lesnoje Chozyaistwo 1958: 40—42. — 8. ZWOELFER, W. Ein Jahrzehnt forstentomologischer Forschung, 1946—1956. Zeitschr. angew. Entomol. 40: 422—432. 1957.

#### DISCUSSION

E. MERKER: In Freiburg wurden Versuche gemacht, nicht den Harzdruck an Fichten zu bestimmen, sondern die osmotischen Werte in den Kambialsäften dieser Holzart. Diese Werte sind auf trockenen Standorten hoch (16 Atm.), auf feuchten nieder (9 Atm.). Käfer an feucht stehende Bäume gesetzt, kommen nicht dazu Brutgänge zu machen, sondern nagen nur etwa 1 cm lange Gänge, die sie wegen des Harzens der verursachten Wunden verlassen müssen, ehe die Brutgänge begonnen wurden. An trocken stehenden Bäumen dagegen gelingt die Anlage der Brutgänge sofort. Dies gilt für *Ips typographus* an der europäischen Fichte. Düngung vermag die Käfer zu vertreiben. Besonders der Riesenbastkäfer vermag dem durch Düngung verstärkten Harzaustritt nicht standzuhalten.

## A REVIEW OF FACTORS AFFECTING AMBROSIA BEETLE ATTACK IN TREES AND FELLED LOGS

J. D. BLETCHLY

Forest Products Research Laboratory Princes Risborough, Aylesbury Bucks, England

Paper will be published elsewhere.

# PHOTIC BEHAVIOUR IN THE ECOLOGY OF THE AMBROSIA BEETLE TRYPODENDRON LINEATUM

K. GRAHAM (Canada)

Manuskript nicht eingelangt

## ABSTRACT

Population movements associated with overwintering, dispersal and brood establishment of the ambrosia beetle, *T. lineatum*, involve reversals in direction at different times of the year. The directional reversal in the course of emergence, flight and attack on logs in spring depends upon changes in photic orientation. Some ecological and practical implications are recognizable in this behaviour.

The strong photopositive response, combined with strong flightpositive behaviour and great flight endurance, provides the overwintered beetles with a compulsion and ability to range widely over territory in which suitable host material is normally scarce. During the early period of this flight, photic reactions appear to take precedence over all others, preventing the beetles from remaining to establish tunnels in wood. Brood establishment thus necessitates abolition of photic domination. The flight which favours dispersal eventually abolishes photic domination and prepares the beetles for stereotropic and chemotropic behaviour. Surface topography and chemical condition of the wood then become important in retaining the beetles in contact, and in favouring boring-in. Transitional stages, before the beetles become fully photically indifferent, are characterized by restless searching over chemically attractive log surfaces, with frequent short flight excursions. The practical implication of this sustained exploration lies in the consequences of prolonged contact with residual poisons such as gamma-HCC used in preventing attack. Photically neutralized beetles begin boring-in without delay and thus experience briefer contact with residues. Disparity in the protection given by HCC residues may thus originate partly from different flight experiences of the beetles.

## FOREST INSECTS IN HAWAII

DAVID T. FULLAWAY

Department Agriculture and Conservation

The forest insects in Hawaii are especially interesting as they are mainly endemic. They have developed along with the forests; their natural enemies also. They exhibit, as far as their numbers are concerned, a balanced condition, with only occasional fluctuations in population density.

Our knowledge of them is derived from the publication *Fauna Hawaiiensis*, a record of the extensive investigations of Dr. R. C. L. Perkins from 1892 to 1901. This information has been arranged systematically in a publication of the Bishop Museum: *Forest Entomology in Hawaii* by (the late) Dr. O. H. Swezey.

The insects attacking the arborescent flora as usual with forest insects are defoliators, brores, sap-suckers, leaf and stem miners, seed and bud destroyers, &c. &c. As the greater part of the forest cover is composed of just a few plant species, for example, ohia *Metrosideros polymorpha*, koa *Acacia koa*, manini *Sophora chrysophylla*, kukui *Alcurites moluccana*, naeo *Myoporum sandwicensis*, the insects found on these plants represent fairly well the nature of the forest depredators. The koa insects are probably the most numerous and the one that occasionally becomes numerous and does damage is the looper or geometrid *Scotorythra*, of which there are many species. Curculionid species of the genus *Rhyncogonus* also feed on the foliage. Likewise *Pantomerus godmani*, an



immigrant from California; also *Nysius* bugs (Lygaeidae). The borers are Cerambycids of the genera *Plagithmysus* and *Neoclytus*, the Aglycyderids of the genus *Proterhinus*, the Bostrichids *Sinoxylon conigerum* and *Xylopsocus castenoptera*. The bark and twig-eating beetles include species of *Araecerus* and species of the curculionid genera *Dryophthorus*, *Antheorus*, *Codemas*, also many species of the ciid genus *Cis*, species of the scolytid genus *Hypothenemus* and a species of the elaterid genus *Eopenthes*. Bud-worms include the tortricid *Amorbia emigratella* and the lycaenid *Lycaena blackburni*; seed destroyers the larvae of the tortricid genus *Argyroplote*. Sap-suckers include the scutellid *Coleotichus blackburnae*, also delphacids of the genus *Nesosydne*, the flatid *Siphanta acuta*, an immigrant bug from Australia, species of the cixid genus *Oliarus*, the cicadellid *Nesophrosyne pluvialis*, species of the coccid genus *Pseudococcus*. Flower and foliage feeders include various species of thrips; dead wood destroyers *Neotermes connexus*.

The ohia insects are very similar in kind to the koa though generally different species. However, there is one striking difference apparent at once to the collector, the ohia trees are generally covered with psyllid galls, made by species of the genus *Trioza*. There are some other psyllids belonging to the genus *Kuyayama*, which, however, do not make galls.

The mamani insects are generally similar in kind too. Other arborescent plants found in the forests are:

*Antidesma platyphyllum* Mann

*Bidens* or *Campylotheca* spp.

*Bobea elatior* Gaudichaud

*Bobea manni* Hillebrand

*Charpentiera obovata* Gaudichaud

*Charpentiera ovata* Gaudichaud

*Cheirodendron platyphyllum* Seeman

*Cheirodendron gaudichaudi* Seeman

*Dodonaea viscosa* Jacquin

*Aelaeocarpus bifidus* Hooker

*Erythrina monosperma* Gaudichaud

*Hibiscus arnottianus* Gray

*Hibiscus tiliaceus* Linnaeus

*Ilex anomala* (Hooker & Arnott)  
Heller

*Jambosa malaccensis* De Candolle

*Maba sandwicensis* A DeCandolle

*Maba hillebrandi* Seeman

*Myoporum sandwicense* Gray

*Myrsine* (*Suttonia*) spp.

*Osmanthus* (*Olea*) *sandwicensis* Knoblauch

} host plant of the sphyngid

*Hawaiina wilsoni* Rothschild

} host of the hyponomeutids

*Mapsidius* spp.

} host of the curculionids

*Nesotocus* spp. tortricids *Spheterista*

host of the Pyraustid *Omiodes monogona* Meyrick

host of the plusiid *Cosmophila sabulifera* (Guenee)

host of the Pyraustid *Phlyctaenia chytropa* Meyrick

host of the tortricid *Crociosema marcidella* (Walsingham)

host of the Gracilarid *Parectopa hibiscella* Swezey  
*haucicola* (Swezey)

host of the Plusiid *Hypocola andremona* (Cramer)

With generally similar insects as those recorded  
for koa and ohia

- Pelea* spp. host of the hyponomeutid *Prays fulvocanellus* Walsingham  
 Opotegeids *Opotegea* spp. miners  
 Xylorictid *Thyrocopa peleana* Swezey twig insect  
 the following longicorns and other insects generally similar to those insects recorded on koa  
*Sisyrophyla gomphias* Meyrick defoliators  
 gracilarid *Parectopa* sp. miner  
 hyponomeutid *Diplosara lignivora* Butler
- Platydesma campanulata* Mann
- Santalum* spp. The above and others generally
- Sapindus saponaria* Linnaeus similar to those recorded on koa
- Sideroxylon sandwicense* (Gray) Benthams & Hooker
- Straussia* sp.
- Syzugyum sandwicense* (Gray) Niedenzus
- Urera sandwicensis* Weddell
- Wilckstroemia oahuensis* (Gray) Rock

It is not thought that the aborigines in Hawaii had any idea of insects damaging their forest plants. Their conception of injurious insects only went as far as their knowledge of the pest species daily encountered in their day-to-day existence, such as the fly, the louse, the flea, &c. for which they had names just as they had for the plants, indicating they were able to distinguish in some way one from another. Cooke on his 1778 voyage to Hawaii had in his crew a surgeon named Ellis who reported the presence of the house fly, spider, moth and dragon fly. Kotzebue in his voyage to Hawaii in 1824 was accompanied by Eschscholtz, who reported the presence of flies, also twenty species of beetles. Byron in his voyage was accompanied by Bloxam, who reported the presence of the butterfly *Vanessa tameamea*. But it was the seafaring men, merchants and missionaries who came to the islands for permanent settlement who brought about the gradual civilization of the natives and introduced ideas of natural history in their intercourse with the natives; thus by education and learning to read they gradually became familiar with a conception of plant and insect combinations as host and enemy. David Malo, a native author, in his historical writings refers to certain well known insects by name as follows:

dragon fly	pinao
butterfly	okai—palele hua
lepidoptera	lepe lepe ahina
housefly	nalo
wasp	nalo pika
cockroach	ilelu
caterpillar	poko pelua
flea	ukulele

There is another group of plants in Hawaii whose representatives are not generally thought of as being trees; they do, however, have many examples which are arborescent, for instance, the tree grasses (bamboos), tree ferns (*Cibotium*, *Sadleria*), tree lobelias, tree lilies, cocoanuts and other palms, bananas (*Musa*) and other banana-like plants. These have each their respective insect enemies. The cocoanut (*Cocos nucifera*) exists in large groves near the seashore in many parts of the islands and is probably an immigrant plant washed ashore thousands of times, since the nuts float on the sea. This plant with

its feather duster plume of foliage is continually being ravaged by the pyraustid leaf roller *Omiodes blackburni* (Butler) and is also attacked within recent years by the coleophorid miner *Agonoxena argaula* Meyrick, an immigrant from the south (Samoa, Fiji). Several beetles also attack the plant, for example, the curculionids *Rhabdoscelus obscurus* (Boisduval) and *Diocalandra taitensis* (Guerin), the former boring into the trunk, the latter feeding on the leaf petals. Both insects were probably brought into the islands with introduced plant material. There are also three important coccids found regularly on the cocoanut, the mealybug *Pseudococcus palmarum* (Ehrhorn) believed to be an immigrant; it is not especially injurious except to young trees, when it occurs in masses in the crown; *Chrysomphalus ficus* Ashmead, the red scale, is an imported pest, *Pinnaspis buxi* (Bouche) is ubiquitous and often very damaging. The lolou palms (*Pritchardia* spp.) are only occasionally found in the forests. Their insects are similar to those on the cocoanut palm. The tree ferns *Cibotium chamissoi* Kaulfuss and *Sadleria cyatheoides* Kaulfuss are an integral part of our forests and have an attached insect fauna; species of the aglycyderid genus *Proterhinus* and the curculionid genus *Oodemas* and other forest insects, also an Australian immigrant curculionid *Syagrius*, which does considerable damage. The tree lobelias also harbor species of *Oodemas* and *Proterhinus* and other insects like the delphacids *Nesosydne* spp. The bananas are attacked by *Omiodes* spp.: *blackburni* Butler, *meyricki*, *musicola*, *maia*, *euryprora*, *fullawayi* Swezey.

#### DISCUSSION

F. AZEVEDO E SILVA: Are there no Tenthredinidae in Hawaii?

D. T. FULLAWAY: There are no Tenthredinidae in Hawaii (Zimmerman, Insects of Hawaii, Vol. I).

T. GREAVES: In your paper you make no mention of termites as a major forest pest although in tropical Australia termites are such major pests?

D. T. FULLAWAY: Termites are not a major pest in Hawaiian forests. We have 4 species in Hawaii but only one is found inhabiting the forests and this species is only found in dead and dying trees.

## THE TROPICAL FIGBORER IN ISRAEL

H. BYTINSKI-SALZ

Department of Zoology, University of Tel Aviv  
Department of Plant Protection, Ministry of Agriculture, Israel

The fig- or mango borer (*Batocera rufomaculata* DeGeer) is a tree pest occurring in the paleotropical regions from the Malayan Archipelago through India (where it reaches Kashmir), Ceylon, Madagascar and the surrounding islands to East Africa. It has been accidentally introduced into some of the West Indian Islands.

The introduction into Israel occurred in the late nineteenthforties probably in the form of only one gravid female which came by boat to Haifa. The first specimen was found 1950 on the Western slopes of Mt. Carmel, and from there spread during the last 10 years through the whole country (excl. Jerusalem) till South of Beersheba (Fig. 1). In 1953 it entered Jordan from the Wadi Ara area, in 1954 to Jenin and 1956 to Tulkarm. It entered the South of the Lebanon in 1955 and is spreading there. The extremely rapid spread of the pest, in the average 30 km a year, forbodes disaster for the fig cultivation in Syria and Turkey.

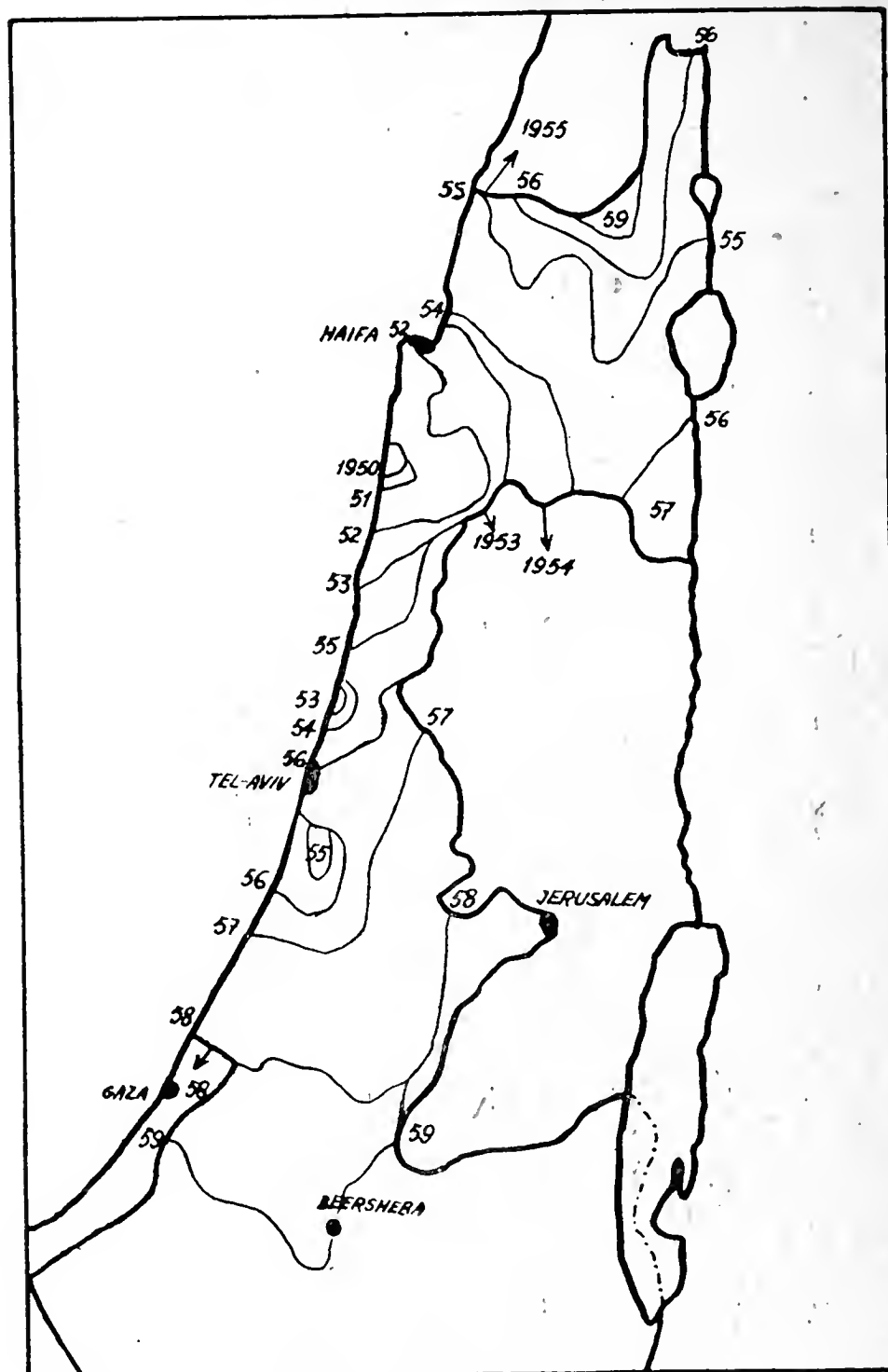


Fig. 1. Spread of *Batocera rufomaculata* in Israel.

The species is very polyphagous and known in the tropics to attack a large number of forest and fruit trees, as *Hevea*, *Ficus*, teakwood, bread fruit, papaya, mango, *Erythrina*, *Moringa*, *Albizzia* a. o. Related species attack oaks walnuts, willows, elms mulberries, etc. In Israel the species has been so far confined to fig trees, though during the last two years a few reports on mango infestations were received. Adults even feed on an additional number of species in which their larvae cannot develop; if necessary they can be kept alive on a diet of unripe apples or pears and sometimes cause damage to young branches of avocado, which they completely debark.

To test the potential danger of *Batocera* to Horticulture and Silviculture in Israel the following alternative hosts were offered to the adult females and the average number of eggs laid on these host recorded. For comparison, each ♀, which was in the first third of its oviposition period, was tested 7—10 days before and afterwards when fed on fig wood. Table I shows, that 3 clearly different groups of foodplants are involved. The first group containing fig and mango (3 varieties) show high percentage of oviposition 100—113%; adult feeding and larval development is normal, the larvae developing slightly quicker in mango than in fig branches. The second group with reduced oviposition rate comprises avocado and the other *Ficus* species. The adults still feed more or less normally but in avocado the larvae develop only up to 2.5 cm length, remain



Table I

Alternative Host	Feeding on Fig										% eggs altern. host fig	Adult feeding	Development of Larvae
	before			after			average egg day	Feeding on Alternative Host					
	days	no. of eggs	egg day	days	no. of eggs	egg day		days	no. of eggs	egg day			
Mango I .....	10	29	2.9	10	31	3.1	3.0	10	30	3.0	100	normal	normal
Mango II .....	7	16	2.3	10	24	2.4	2.4	15	41	2.7	113		
Mango III .....	10	25	2.5	10	27	2.7	2.6	15	43	2.9	112		
Avocado I .....	7	18	2.6	7	20	2.9	2.7	7	8	1.1	40.8	normal	up to 2.5 cm larvae
Avocado II.....	10	21	2.1	7	17	2.4	2.2	15	25	0.83	38.0		
Ficus elastica .....	10	30	3.0	8	20	2.5	2.8	15	18	1.3	64.3	normal or little less	hatching but no development
F. sycomorus .....	10	20	2.0	10	22	2.2	2.1	10	9	0.9	42.9		
F. bengalensis.....	10	18	1.8	10	22	2.2	2.0	10	7	0.7	35.0		
F. nitida .....	10	16	1.6	10	14	1.4	1.5	10	4	0.4	26.6	less than normal	No development
Pisidium guyava .....	10	28	2.8	10	27	2.7	2.8	10	0	0	0		
Pirus malus .....	7	17	2.4	7	19	2.7	2.8	7	0	0	0		
Ceratonia siliqua .....	10	30	3.0	10	22	2.2	2.6	7	0	0	0		
Quercus ithaburensis .....	7	20	2.9	7	15	2.1	2.5	7	0	0	0		
Pistacia lentiscus .....	10	21	2.1	7	17	2.4	2.2	7	0	0	0		

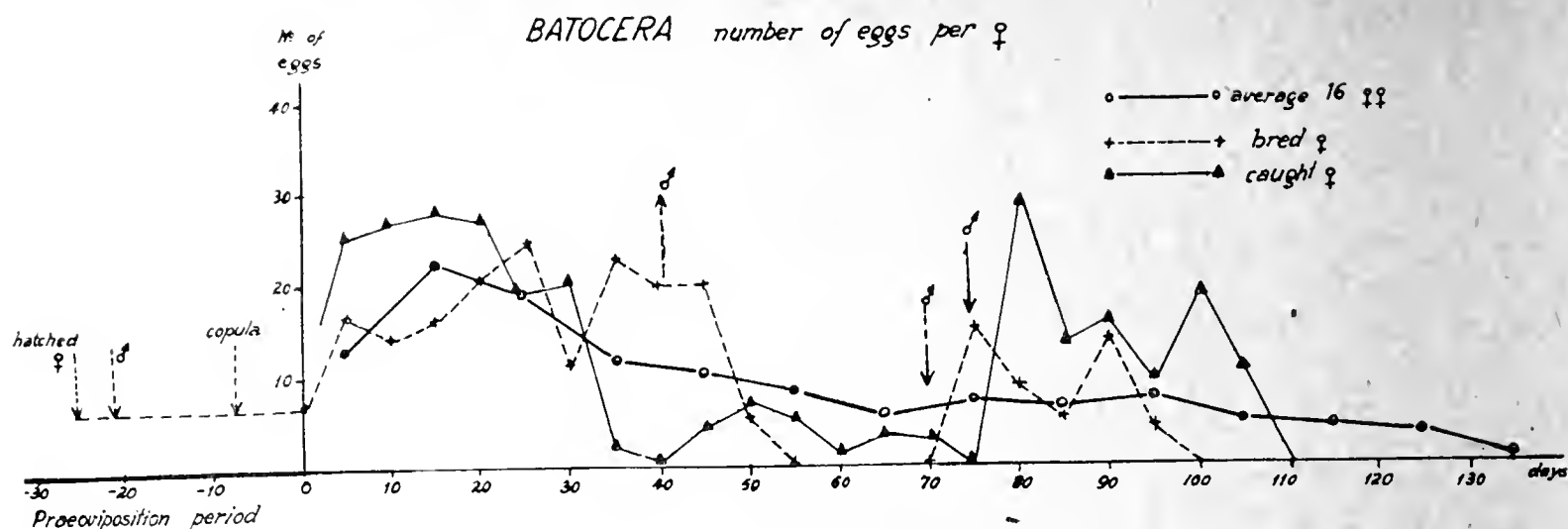


Fig. 2. Oviposition under laboratory conditions.

alive for more than 2 months but eventually die. In the *Ficus* species tested the larvae hatch, but fail to penetrate the rather thin bark and don't develop further; in the tropics *Batocera* is known to attack those *Ficus* species and it may be therefore, that development takes place in much thicker branches than those used in our experiments (7 cm  $\varnothing$ ).

The third group contains a few fruit trees as apple and guava and our most common deciduous forest trees; oviposition is nil and there is almost no feeding. So this table shows, that *Batocera* must be considered in Israel primarily a fig pest with mango as second best alternative host.

Adults emerge from June to August and are observed in the field till begin of November; in the laboratory the last adults died at the end of December, begin of January. The preoviposition period lasts 15 (5—20) days, oviposition 103 (76—130) days, the postoviposition period 12 (1—36) days. The total life span covers 127.7 (91—168) days. The average number of eggs laid per female amounts to 248 (143—356), the daily average being 2.6 (1.7—3.1) eggs (Fig. 2). 50% of the eggs are laid during the first 31 days of the oviposition period. Virgin females do not oviposit and oviposition ceases when all sperms are used up; for the deposit of the full complement of eggs repeated copulation is necessary. Fig. 2 illustrates 2 characteristic cases: in the first case a bred ♀ copulated with a given ♂ and oviposition started after 8 days; after 41 days the ♂ was removed and oviposition ceased from 55—70 days, when the ♂ was introduced again; immediately a second period of oviposition started. In the second case a female caught in the field oviposited till 40 days when egg-laying was either reduced or stopped; when after 75 days a ♂ was introduced oviposition immediately started again and remained high up to 105 days. Sometimes one day is enough to restore fertility.

For egg-laying the ♀ cuts a semilunar incision with the mandibles, turns around, glues one yellow elongate (7 × 2 mm) egg with its ovipositor into the cut and then covers it superficially with a few shavings. The eggs are deposited rather superficially into the upper layers of the 4—5 mm thick bark, probably to prevent them from being clogged by outflowing latex.

Eggs are not deposited continuously, but the ♀ lays many (up to 15) eggs in one or two nights and then pauses for 1—2 days. This gives a rather unequal curve of daily oviposition rate which can still be traced in 5-days averages (Fig. 2). All eggs hatch if they are not accidentally pressed to tight into the slit or the bark begins to dry. Oviposition generally occurs at night and continues till the temperature falls below ca. 18°C at the time of egg-laying (October–November). Breedings at constant temperatures of 21°C and 29°C give the following values for egg development: Zero of development: 11.97°C; Thermal constant: 119.2 day degrees; the hyperbola of development is constructed in fig. 3.

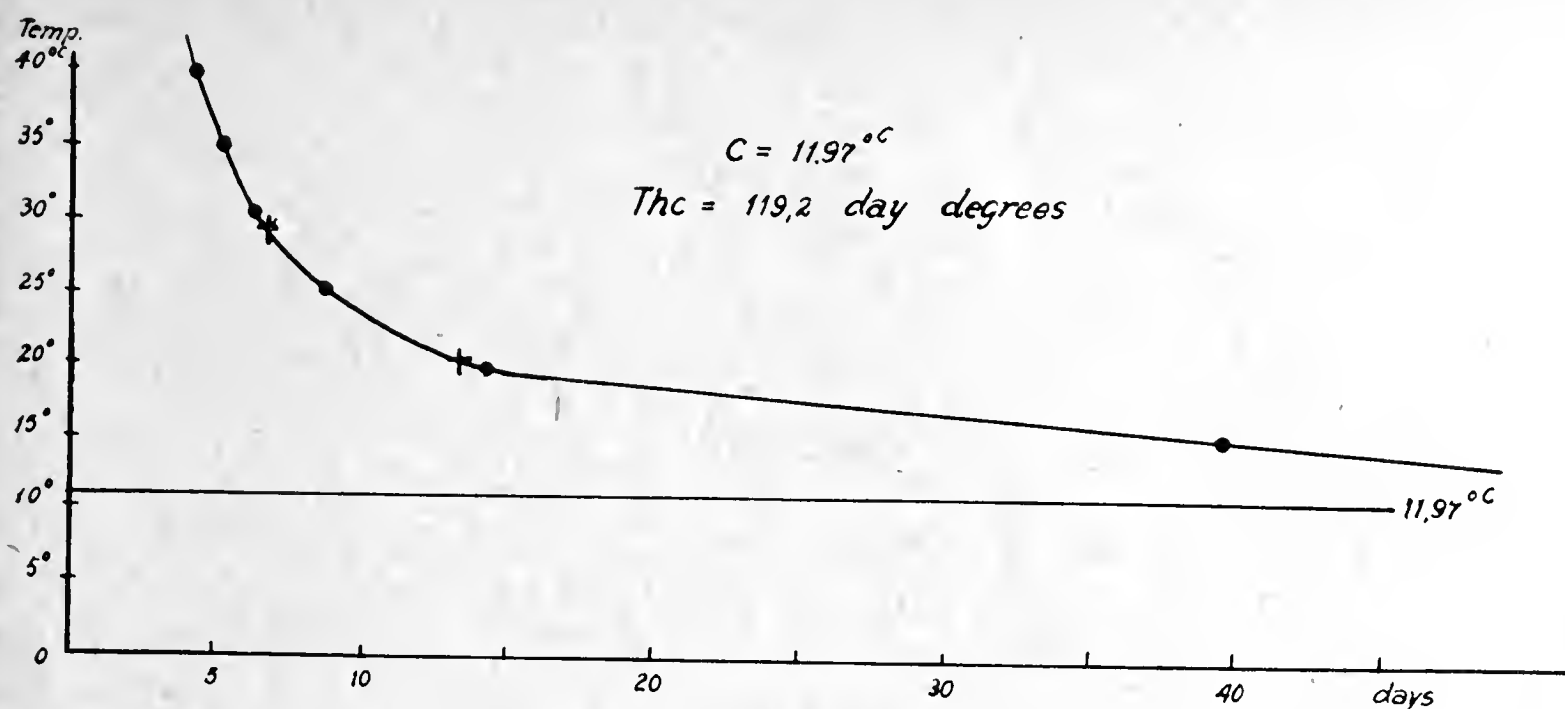


Fig. 3. Incubation period under various temperatures.

The hatching larva (7 mm long) immediately bores into the bark towards the border of the phloem and begins to feed. It remains there for about 2 months destroying the cambium to the extent of 180—220 cm<sup>2</sup>. The larval galleries are 5—7 mm deep in the young sapwood and densely packed with coarse shavings, only the feeding chamber which is 4—7 cm long, remaining clean. During the 3rd month, when the larvae reach an average size of 6 cm it enters the wood itself, where it tunnels a slitlike gallery about 25 mm wide and 10 mm high. It still feeds there, occasionally returning below the surface of the trunk on other places and feeding there again, till it reaches its maximal size of 85 mm. These secondary feeding trips may occur also after hibernation. The larva finally cuts out its pupation chamber the entrance of which is tightly closed with frass. The emerging beetle cuts its way directly through the wood and bark to the surface. The exitholes are very characteristic, completely circular 18—23 mm  $\varnothing$  with clean cut edges. These, together with the coarse frass accumulated at the foot of the fig tree are secure signs of a *Batocera*-infestation.

During the years 1952/53 and 1957—60 4 complete generations of beetles were bred in the laboratory in the following manner: each ♀ received a fig branch about 5 cm  $\varnothing$  and 15 cm length for oviposition; when after 1—2 days a minimum of 5 eggs were laid, a new branch was given and the first one placed horizontally into moist sand up to  $\frac{2}{3}$  of its diameter. The larvae hatch and bore into the bark as described above, but when a larva enters the gallery of another larva, one of them is killed and therefore individual breedings later become necessary. After 40 days (1 month larval growth) when the bark is usually eaten up, the galleries are opened the larvae taken out, measured and each one transferred into a fresh fig branch of larger diameter, which is also  $\frac{2}{3}$  buried in wet sand. This transfer is repeated another 2 times till the larva is put in November into a branch of 10—12 cm  $\varnothing$  and 15—20 cm length, where it can remain till hatching next June-July. A transfer after hibernation is not advisable, as then the larva already has difficulties to cut out a new larval chamber.

The rate of growth depends on the moisture content of the branch; when in 1952/53 infested fig branches were kept dry, the larvae entered the wood already after 30 days at a length of 25 mm and even after several transfers, only miniature adults of 35—40 mm length emerged. In 1957 the infested branches were put standing  $\frac{1}{3}$  in moist sand. In Fig. 4 are plotted the data of 55 larvae developing up to 45 days partly in the upper (drying out) part, partly in the lower (moist part) of the branch. The following measurements were taken on larvae killed in boiling water and preserved in 70% Alcohol:

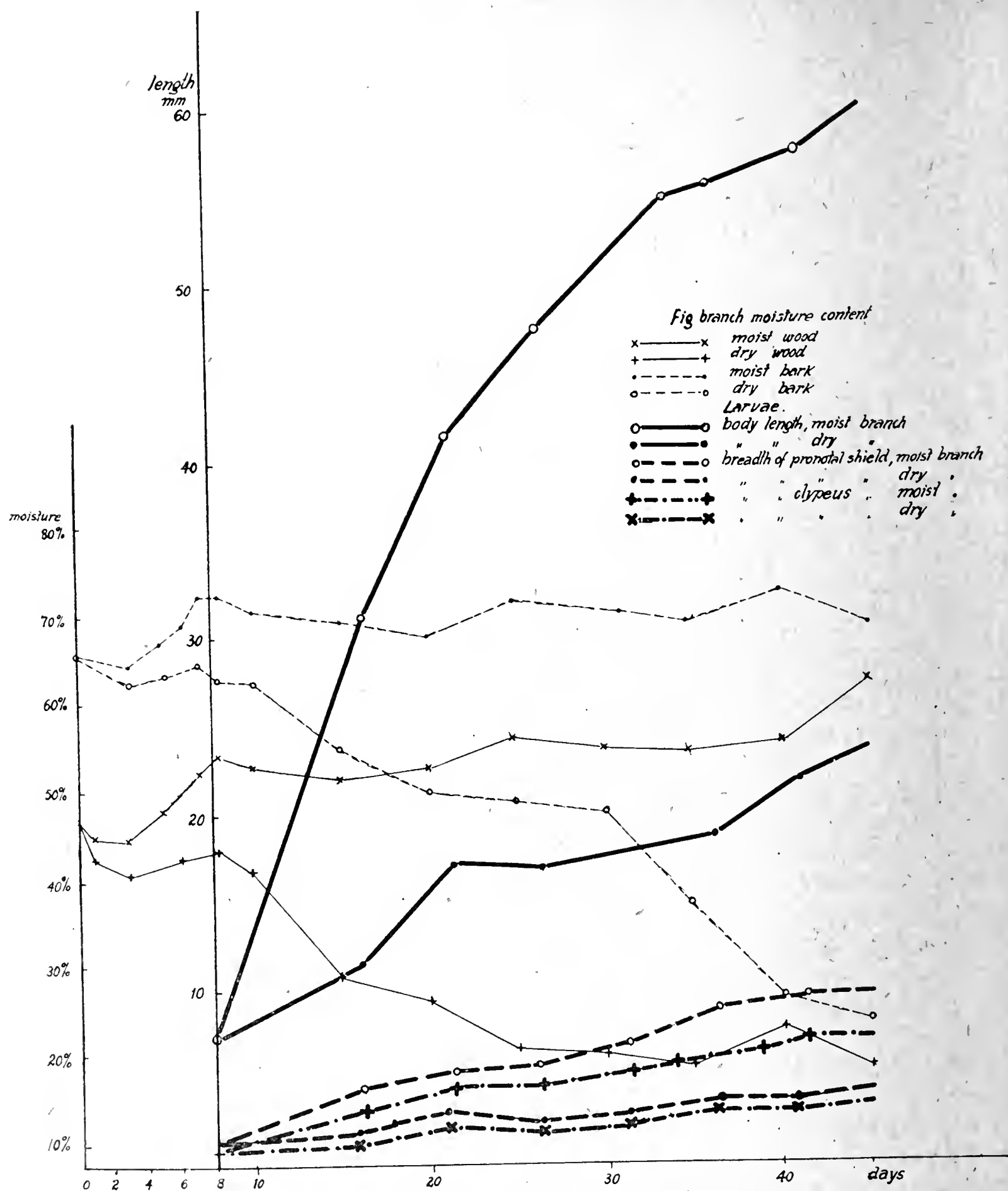


Fig. 4. Moisture content of fig branches and growth of larva bred in them.

a) total length (most impressive, but least exact), b) breadth of the pronotal shield, c) breadth of the clypeus. Besides these data, the changes in the moisture content of bark and wood in fig branches (5 cm  $\varnothing$ , 15 cm long) and standing  $\frac{1}{3}$  in moist sand are given for 45 days. Bark in moist sand absorbs moisture during the first week, afterwards the moisture content remains constant around 70%. The bark exposed to air dries out rather quick and after 45 days water decreases from 68% to 24% = 35.3% loss. The living wood also absorbs moisture, but more slowly, reaching an equilibrium after 25 days around 56%; the final absorption up to 63% at 45 days is probably due to mechanical penetration into the dead wood. The wood dries out even quicker than the



bark, losing 41% of its initial weight after 45 days. The differences in the growth curves (Fig. 4) clearly shows the dependence of larval growth on the moisture content in the different parts of the fig branch. In 1958/59 breeding were carried out in sticks  $\frac{3}{4}$  covered by moist sand, and a rather uniform growth of the larvae and adults of normal size were obtained (60 mm).

Table II

Total Development of *Batocera* at different temperatures

at room temperature	days
oviposition VII—VIII (21 adults) .....	322.8 (297—381)
oviposition X—XI (4 adults) .....	249 (205—315)
at const. 27°C	
oviposition VIII (4 adults) .....	271 (119) (271—322)
oviposition IX (6 adults) .....	247.3 (222—281)
at room temperature without diapause (2 adults) .....	ca. 113.5 (107—ca. 120)

It has already been pointed out, that during winter time larval development is interrupted. The question arises whether this is only a slowing down due to low temperatures or whether true diapause is involved. The total developmental time from eggs deposited in X. XI is 23% shorter than from eggs laid in VII, VIII (Table II). Nevertheless adults of both series hatch at the same time. This already indicates that development cannot be accounted for by a purely temperature-developmental ratio. Breeding at a constant temperature of 27°C (= about average room temperature in VIII in Tel Aviv) does not result in an acceleration of development, but gives about the same values as development at room temperature. The difference of developmental time due to early and late oviposition is also evident (Table II). The interruption of development at a constant temperature of 27°C, an otherwise favorable temperature for development clearly indicates the occurrence of a true diapause. In the breedings of 1958 an interesting case of direct development occurred: A ♀ [C 4/3 the history of which is known for 2 generations] hatched on 28. VI. started to oviposit on 17. VII; from the 22 eggs laid till 20. VII. 1 ♂ hatched after 107 days development and a second one, still not fully coloured, was taken out of its cell after 110 days. The rest of the offspring of the same pair emerged normally in July 1959. Unfortunately no ♀ was available to pair the ♂ with, which lived normally for 124 days till 3. III. 1959. 1959 several breedings were started between brothers and sisters of the above ♂, but all offspring hatched normally after diapause in VI—VII 1960. A case of shortened diapause is indicated by a beetle which developed at 27°C in 190 instead of 271 days, but in comparison with the abovementioned value of 107 days, the time is too long to speak of uninterrupted development.

To summarize: the larva of *Batocera* enters normally diapause during wintertime. Conditions for the entrance of the diapause are unknown but breedings suggest that it is not genetically fixed. The occurrence of several cases of uninterrupted development or shortened diapause indicates that the diapause may be rather easily broken. If these uninterrupted development would frequently occur in nature<sup>1</sup> the possibility of 2 annual generations is given, which may finally lead to the same conditions as in *Phoracantha semipunctata* the *Eucalyptus* borer, where now all stages of development may be found in Israel the whole year around.

<sup>1</sup> Addition at the time of proofreading: Meanwhile another 4 cases of direct development occurred in these breedings, giving rise to adults between the begin and middle of January 1961. Also: from 6 full grown larvae collected in the field at 7. XI. 1960 and bred in glass tubes without food at 27°C, 4 adults hatched from 18.—28. XII. 1960.

# ÜBER NEUE FORSTSCHÄDLICHE MICROLEPIDOPTER AN PINUS-ARTEN IN ZENTRALAMERIKA

F. SCHWERDTFEGER

Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Göttingen, Deutschland

Bei forstentomologischen Untersuchungen in den ausgedehnten Kiefernwäldern Mittelamerikas, namentlich in Guatemala, wurden einige neue Kleinschmetterlinge gefunden, deren Larven in verschiedenen *Pinus*-Arten leben und ihre Wirtspflanzen mehr oder weniger stark zu schädigen vermögen. Die Beschreibung der neuen Arten hat dankenswerterweise Dr. H. G. Amsel (Karlsruhe) übernommen; sie wird demnächst voraussichtlich in der Zeitschrift für angewandte Entomologie publiziert werden. Hier soll über einige biologische Beobachtungen, insbesondere über die betroffenen Schadbilder berichtet werden.

In einer 0,5—3 m hohen Anpflanzung von *Pinus pseudostrobus* Lindl. wurden Fraßschäden festgestellt, welche durchaus solchen ähnelten, die von der mitteleuropäischen, nach Nordamerika verschleppten *Evetria* (*Rhyacionia*) *buoliana* Schiff. verursacht werden. Die endständigen Quirlknospen waren abgestorben und teilweise äußerlich verharzt; zwischen und unter ihnen fand sich rotbrauner, krümeliger Kot, zuweilen wiesen sie Löcher auf. Beim Aufschneiden erwiesen sich die Knospen und häufig auch der oberste Teil des Triebes als ausgefressen. In anderen Fällen war der Trieb auf größere Länge eingefallen; die an ihm sitzenden Nadeln waren abgestorben, braun und stark verkürzt, beispielsweise nur 4—6 cm lang gegenüber 20 cm Länge der normal entwickelten Nadeln. Die Kurztriebbasen dieser abgestorbenen Nadeln sowie das Innere des Triebes zeigten sich stark zerfressen. Es fanden sich Raupen, die erwachsen 8—9 mm lang und orangegelb gefärbt waren. Sie verpuppten sich am letzten Fraßort, in den Knospen und Trieben, selten in den ausgefressenen Nadelbasen. Kurz vor dem Schlüpfen der Falter bohrte sich die Puppe mit ihrem Vorderende, das einen scharfen Fortsatz trägt, durch die äußere Hülle der Knospe oder des Triebes hindurch; sie schaute dann mit dem Vorderteil aus der Pflanze hervor, sofern sie nicht infolge ihrer heftigen Bewegungen zu Boden fiel. Der Falter wurde als neue Spezies *Rhyacionia* (*Evetria*) *pseudostrobus* Amsel (*Tortricidae*) beschrieben. Er ist mit 12—15 mm Flügelspannung wesentlich kleiner als sein bekannter Gattungsgenosse *E. buoliana*, ähnelt ihm aber in Farbe und Zeichnung sehr. Die Art vollendete in 1500 m Höhe bei einer Mitteltemperatur von etwa 17°C eine Generation in 13 Wochen, so daß unter den gegebenen Verhältnissen mit 4 Generationen im Jahr zu rechnen ist. Das bedeutet einmal, daß die Infektion von Knospen und Trieben zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Stadien ihres jährlichen Entwicklungsrhythmus erfolgt, wodurch sich die Verschiedenartigkeit der aufgefundenen Fraßbilder erklärt. Es bedeutet zum andern ein sehr starkes Vermehrungspotential, auf welches die ungewöhnlich hohen Schäden auf der beobachteten Befallsfläche zurückzuführen sind. Gegenüber einigermaßen normal entwickelten Kiefern besaßen die stark befallenen eine auf  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{6}$  reduzierte Höhe, außerdem waren sie total verbuscht und verkrüppelt. Erwähnt sei, daß eine Bekämpfung durch Spritzen und Stäuben mit DDT und Chlordan zur Zeit des Falterflugs Erfolg hatte.

Als Urheber einer weiteren Schädigung an Kieferntrieben wurde *Dioryctria reniculella* Grote subspecies *pinicolella* Amsel (*Pyrallidae*) festgestellt. Die Stammart *Dioryctria reniculella* Grote ähnelt in Aussehen und Lebensweise der europäisch-nordamerikanischen *D. abietella* Schiff. und kommt in den Vereinigten Staaten und Kanada vor. Der Falter der Subspezies *pinicolella* hat mit knapp 30 mm eine größere Flügelspannung als die Stammart und ist vorwiegend grau. Die Raupe, ausgewachsen 22 mm lang und graubraun, frißt in den oberen Teilen diesjähriger Triebe, zunächst zwischen Phloem und

Xylem; später höhlt sie den Trieb aus, indem sie vor allem das Mark auf eine Länge von einigen Zentimetern verzehrt. Die Höhlung ist ausgefüllt mit braunem Bohrmehl und walzenförmigen Kotballen. Wo der befressene Triebteil an den unbefressenen anstößt, findet sich reichlich Harz. Der Befall ist schon auf einige Entfernung leicht an den abgestorbenen, braungewordenen Trieben zu erkennen. Auch das zuweilen beobachtete Umknicken von Triebenden mag auf Fraß von *pinicolella* zurückzuführen sein. Die Raupe scheint zur Verpuppung die Fraßstelle zu verlassen; jedenfalls wurden nie Puppen in den Fraßgängen gefunden, und aus befallenen Trieben, die in Glasschalen aufbewahrt wurden, wanderten die Raupen aus, um sich am Boden der Schale einzuspinnen. Wahrscheinlich erfolgt die Verpuppung, wie bei *Dioryctria abietella* Schiff., in der Bodenstreu oder in der obersten Bodenschicht. Die Fraßschäden wurden an etwa 2 m hohen Bäumen von *Pinus rudis* Endl. und *P. oocarpa* Schiede angetroffen.

An älteren Kiefern, und zwar ebenfalls an *Pinus oocarpa* Schiede sowie an *P. hondurensis* Lock, fanden sich in der Rinde einfarbig elfenbeinweiße Raupen sowie eine Puppe in lockerem Gespinst. Die unregelmäßigen Fraßgänge verliefen ausschließlich in der trockenen Borke, sie drangen nicht bis in den frischen Bast vor und waren zum Teil mit festgepreßtem, rotbraunem Bohrmehl gefüllt. Der Wirtsbaum wird offensichtlich durch den Raupenfraß nicht geschädigt. Nur aus einer verpuppungsreifen Raupe ließ sich ein Falter ziehen, der leider verkrüppelt war; er konnte lediglich als zum Genus *Miocara* Dyar (*Cossidae*) gehörig bestimmt werden. Diese Gattung hat ihr Hauptverbreitungsgebiet in Mittelamerika, über ihre Arten ist noch fast nichts bekannt. Zwei weitere Raupen erwiesen sich als parasitiert; sie waren ausgefressen, ihre Haut bildete einen Sack, der prall gefüllt war mit einer Unzahl von etwa 2 mm langen, weißen Larven. Es schlüpften aus der einen Raupe 877, aus der anderen 1239 Chalcidier, die Ch. Ferriere (Genf) als eine offenbar neue Art der Encyrtiden-Gattung *Copidosoma* Ratz. bestimmte. Arten dieser Gattung sind als Parasiten von Kleinschmetterlingsraupen bekannt.

Am untersten Ast einer etwa 6 m hohen *Pinus tenuifolia* Benth. fand sich eine Holzgalle, die den Ast allseitig umschloß und einen größten Durchmesser von 14 cm hatte. Aus dieser Galle, die mitgenommen und in einem Zuchtbehälter aufbewahrt wurde, schlüpften in den nächsten Wochen zahlreiche Insekten, unter anderem ein neuer Kleinschmetterling, der als *Holcocera pineae* Amsel (*Blastobasidae*) beschrieben wurde. Der Falter hat eine Flügelspannung von 20—22 mm und ist grau gefärbt. Die verpuppungsreifen Raupen, 12 mm lang und grünlich-grau, bohrten sich aus der Galle aus und verpuppten sich am Boden des Zuchtkäfigs. Andere Arten der Gattung *Holcocera* sowie weitere *Blastobasidae* werden in Nordamerika als Forstinsekten genannt, doch ist über ihre Lebensweise wenig bekannt geworden. Ihre Larven fressen in Zapfen und Samen, manche sind Detritusfresser und wieder andere leben räuberisch. Das Vorkommen der neuen Art in der Holzgalle reiht sich zwanglos in dieses Spektrum der Lebensgewohnheiten ein; sie mag sich hier phytophag, nekrophag, koprophag oder auch episitisch betätigt haben.

Aus Zapfen von *Pinus ayacahuite* Ehr. wurde schließlich ein Wickler erzogen, der als neue Gattung und Art erkannt und *Apolychrosis schwerdtfegeri* Amsel (*Tortricidae*) genannt wurde. Der Falter hat eine Flügelspannung von etwa 14 mm; die Vorderflügel sind dunkelbraun mit rotbrauner oder rostfarbener Querbinde. Die Raupe ist erwachsen rund 12 mm lang und von schwärzlicher Färbung. Ihre Anwesenheit in einem Zapfen läßt sich äußerlich an einem kreisrunden Loch erkennen, welches die Zapfenschuppen durchstößt; aus ihm tritt krümeliger Kot, zuweilen auch Harz aus. Der Zapfen fällt offenbar in unreifem, grünem Zustand ab. Er ist mehr oder weniger stark gekrümmt, an der Spitze braun und eingetrocknet. Aufgeschnitten zeigt er Fraß rings um die Spindel; die ausgefressenen Hohlräume sind teilweise mit Kot ausgefüllt und verharzt. Das Fraßbild ähnelt also der Zapfenbeschädigung durch *Dioryctria abietella* Schiff.

Der Fraßgang endet in einer eiförmigen Puppenwiege von etwa 10 mm Länge und 4 mm Breite, die mit Gespinstfäden ausgekleidet ist. Bevor der Falter schlüpft, bohrt sich die Puppe, wahrscheinlich mit Hilfe ihres spitzen, kegelförmigen Kopffortsatzes, mit dem Vorderende nach außen. Die Puppe benutzte dazu in einem beobachteten Falle nicht das Auswurfloch, aus dem die Raupe den Kot herausgeschafft hatte, sondern fertigte ein eigenes Loch. Man sieht, noch lange nach dem Ausfliegen der Falter, die leeren Puppenhüllen aus diesen Löchern hervorragen.

Nähere Einzelheiten über das Auftreten der genannten neuen *Microlepidoptera* werden zusammen mit Schilderungen weiterer, an mittelamerikanischen Kiefern durch Kleinschmetterlingsraupen verursachten Fraßschäden in einer ausführlichen Publikation demnächst in der Zeitschrift für angewandte Entomologie veröffentlicht werden.

## TERMITES IN AUSTRALIAN FORESTS

T. GREAVES

Division of Entomology, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization,  
Canberra, Australia

The attack by termites in Australian forests results in the loss of large quantities of timber. The intensity of attack in some areas is probably greater than in any other country.

In a number of tropical and sub-tropical areas of the world the attack by termites is greatest on younger trees, whereas, in Australia the attack is most serious on more mature trees. The most serious pest species of forests are:—

*Mastotermes darwiniensis* Frogg. in the tropical north.

*Porotermes adamsi* Frogg. in alpine forests in south-eastern Australia, including Tasmania.

*Coptotermes acinaciformis* (Frogg.) in warmer coastal forests and in low altitude inland areas.

*C. frenchi* Hill, a smaller species, can tolerate cooler and drier conditions than *C. acinaciformis*. It is most serious as a forest pest at elevations of 300 to 700 metres. Surveys have shown that *C. acinaciformis* caused most damage.

In the tropical North *M. darwiniensis* has a wide range of food but the absence of hardwood forests of any great size within its distribution reduces the overall damage. The planting of exotic tree species has resulted in intense attack on planted saplings.

Investigations since 1956 have included:—

- i) Studies of the territory explored by colonies (i.e. gallery studies) and the competition between colonies.
- ii) Populations of colonies.
- iii) The effect of colonies on the temperature of trees.
- iv) The reaction of colonies to violent physical effects, such as the application of insecticide or intense vibrations.

Experiments involving large scale control with insecticides will not be carried out until more is known of the biology of the species concerned. A general paper on the work has been published (Greaves 1959) but this did not include detailed results.



The attack by *C. acinaciformis* results in a definite "pipe", usually filled with excrement and soil, in the tree, but the wood outside the pipe can be used. It is sometimes economic to cut timber from large trees having a pipe of up to 40 cm. diameter.

*C. frenchi* and *P. adamsomi* in severely attacked trees, extend their galleries out towards the sapwood and this can result in complete loss, although the total wood eaten is often not as much as in *C. acinaciformis* trees.

Studies of several areas of alpine forest during logging operations have shown that in badly infested areas, over half the mature trees were attacked by *P. adamsomi*. This attack can be reduced by sound regeneration practice, including protection from fire.

The presence of colonies of *Coptotermes* in trees, results in increased temperature within the tree in the area of the nursery, but colonies of *P. adamsomi* do not have a highly organised colony system, the termites of this species are usually found in the feeding galleries and do not increase the temperature of the tree.

Unlike *P. adamsomi*, the attack by *C. acinaciformis* can persist in highly developed forests. Territory studies involving the excavation of galleries from colonies in living trees, stumps, or mounds, have shown that this termite *can initiate attack* on other living trees. The entry into the living trees is not usually through dead or decayed parts of the tree, but by direct attack through bark and cambium either at the base of the tree below ground level, or under a large root. Trees can be attacked at distances of up to 50 metres from the colony centre.

Up to 16 living trees, of a number of eucalypt species, were found to be attacked by a single colony, in addition to the logs and stumps occurring within an area of 16 hectares—0.4 acre. The galleries to these trees are always in the soil and vary at depths according to the nature of the soil.

In areas of intense competition, by termites from different colonies, for the available trees, it has been shown that galleries vacated by one colony can be taken over by termites from adjacent colonies.

Techniques have been developed for obtaining termites from colonies in trees for population studies; over 700,000 termites were obtained from one colony of *C. acinaciformis* and over 400,000 from a colony of *C. frenchi*, these figures were only part of the total population as the vibration, caused by felling and splitting of the tree to extract the termites, resulted in many termites being left in the tree and neighbouring soil.

The phase of the work that can be illustrated in more detail in the time available, is that of the effect of termite colonies on the temperature of trees. Studies of colonies of *C. acinaciformis* and *C. frenchi* were made *in situ* in the living trees by means of thermocouples.

Readings, at varying points within the tree taken at different seasons of the year and at frequent intervals during 24 hour periods, have shown that vital colonies of termites maintain a fairly constant temperature within the nursery throughout the year. In winter the nursery temperature may be as much as 22°C higher than that of a sound tree; there is a marked decrease in the temperature in the immediate vicinity of the nursery.

Continuous temperature readings have shown that there is little variation in temperature in the centre of large trees over a 24 hour period; in colder months the movement of termites out of the nursery to and from food is reflected in the nursery temperature of some colonies.

The temperature of a vital colony of *C. acinaciformis* is often as high as 35°C and it is possible to select vital colonies for experimental work by taking the nursery temperature.

By the use of thermocouples it is possible to study termites under a variety of conditions, such as the temperature trend when a tree is jarred by violent knocking, similar to that of a tree being felled. The temperature loss indicates large scale movement of

the termites from the central nursery area to the galleries in and around the base of the tree. As the termites move down from the warm nursery to the ground, the temperature of the galleries is warmed temporarily. The return to the normal nursery temperature is gradual.

The effects of poisoning with  $AS_2O_3$  have been studied and it was found that the nursery temperature declined immediately after the application of the insecticide, followed, a few days later, by a marked increase when the dead termites ferment. This increased temperature can persist for periods of two weeks or more, demonstrating the effective insulation properties of the nursery structure and the tree. Trees felled after the temperature rise contained no living termites, but contain a mass of stinking dead termites.

Temperature readings through the nursery in a horizontal plane have shown that the high nursery temperature affects the wood for only a few centimetres.

It is possible that control by the use of insecticides may be possible in forests infested with *C. acinaciformis*, but before this is begun it will be necessary to understand the problem of competition between colonies more fully, this will include the survival of colonies in logs and stumps.

#### REFERENCE

GREAVES, T., 1959: Termites as forest pests. Aust. For. 23, 114—120.

## THE EFFECT OF CERTAIN SILVICULTURAL PRACTICES ON THE INCIDENCE OF WOOD BORING PESTS

TECWYN JONES, Kenya

Manuskript nicht eingelangt.

#### ABSTRACT

Some examples are given of the insect problems resulting from certain silvicultural practices employed in the indigenous forests and plantations of tropical Africa.

A comparison of ambrosia beetle (Scolytoidea) populations in areas of virgin forest and areas where clearing operations and enrichment programmes are pursued, is illustrated by data accumulated in West Africa. The build up of *Oemida gahani* Distant populations in the *Cupressus* plantations of Kenya is described. The effect of inadequate pre-planting precautions, pruning operations, and game damage are discussed.

The consequences of high borer populations, in terms of infestation of living trees and felled timber, are briefly mentioned. Methods at present employed to minimise these consequences are described, and on the basis of recent observations further recommendations are made.

# AN EXAMINATION OF THE BIOLOGY OF TRACHYOSTUS GHANAENSIS SCHEDL (Platypodidae), AN AMBROSIA BEETLE ATTACKING LIVING TREES OF TRIPLOCHITON SCLEROXYLON K. SCHUM, IN WEST AFRICA

HYWEL ROBERTS

West African Timber Borer Research Unit, Kumasi, Ghana

Beetles of the family *Platypodidae* are usually associated with attacks on dead, or, badly injured trees and most species infest a number of hosts. One exception is *Dendroplatypus impar*. (Schedl), (BROWNE 1), a Malaysian species, known only to attack growing trees of the genus *Shorea*. Other platypodids that frequently attack growing trees do so only in special circumstances, their normal hosts being many species of dead, or, dying trees. Such are *Symmerus montanus* Schedl. on *Olea welwitschii* in East Africa (GARDNER 2), *Doliopygus dubius* Samp. on *Terminalia superba* in West Africa (ROBERTS 3), and *Platypus vethii* Strohm on *Dyera costulata* in Malaysia (BROWNE 4).

*Trachyostus ghanaensis* Schedl., like *D. impar*, confines its attacks to growing trees, but it seems much more selective in its hosts than platypodids already mentioned, only attacking the tree *Triplochiton scleroxylon* (trade name — Wawa/Obeche).

## A. An outline of the life history of *T. ghanaensis*

Establishment of the colony, or nest, in this platypodid occurs in three stages. (1), the initiation of the main horizontal gallery some 3—4 cms. in length by the male, (2), after arrival of the female and mating, the subsequent extension of the main gallery to the heart of the tree, and (3), the final extension of the nest by the parent female and last instar larvæ until the nest reaches its full size with numbers of vertical tunnels running off the main gallery, each at their terminations having pupal cells, (see Fig. 1). At the close of stage 2, there is a break in activity by the adults, which can last many weeks, during which period maturation of the ovaries occurs in the female and stage 2 closes with the laying of the first batch of eggs.

The parent female lays in all some 100—200 eggs, and the eggs on hatching go through more 5 instars as is probably the case in most *Platypodidae*. The early stages are rapidly passed through making the final instar the most common in the nest.

It is not yet certain what length of time is normally required to complete the life history, but the first adults probably do not emerge until 12 months after commencement of the nest. Adults continue to emerge from nests in large girthed trees for over a further 12 months, the beetles leaving at the slow rate of only 2, or 3, per month.

The duties of the male after completion of stage 1 of nest building and mating are limited to removal of frass produced by the boring female and the prevention of intruders penetrating into the gallery. This platypodid species is peculiar in that after completion of stage 2 very little frass or, faeces, are ejected through the main entrance, all such waste being stored in special short tunnels, running off the main vertical branches. Frequently in old galleries the male is missing, presumably having died.

## B. The fungi in the nest of *T. ghanaensis*

*T. ghanaensis*, like other ambrosia beetles, feeds on the fungi that grow on the walls of the tunnels. Results so far suggest that one particular fungus alone is involved, this being found in most galleries to date. Both adults and larvæ digest only the mycelium, spores passing through the gut unchanged. Observations made indicate that the rate of development of the ambrosia fungus determines the rate of extension of the nest. The fungus first appears when the female has completed the main gallery and initiation of stage 3 of nest construction is always delayed until the fungus has covered the gallery

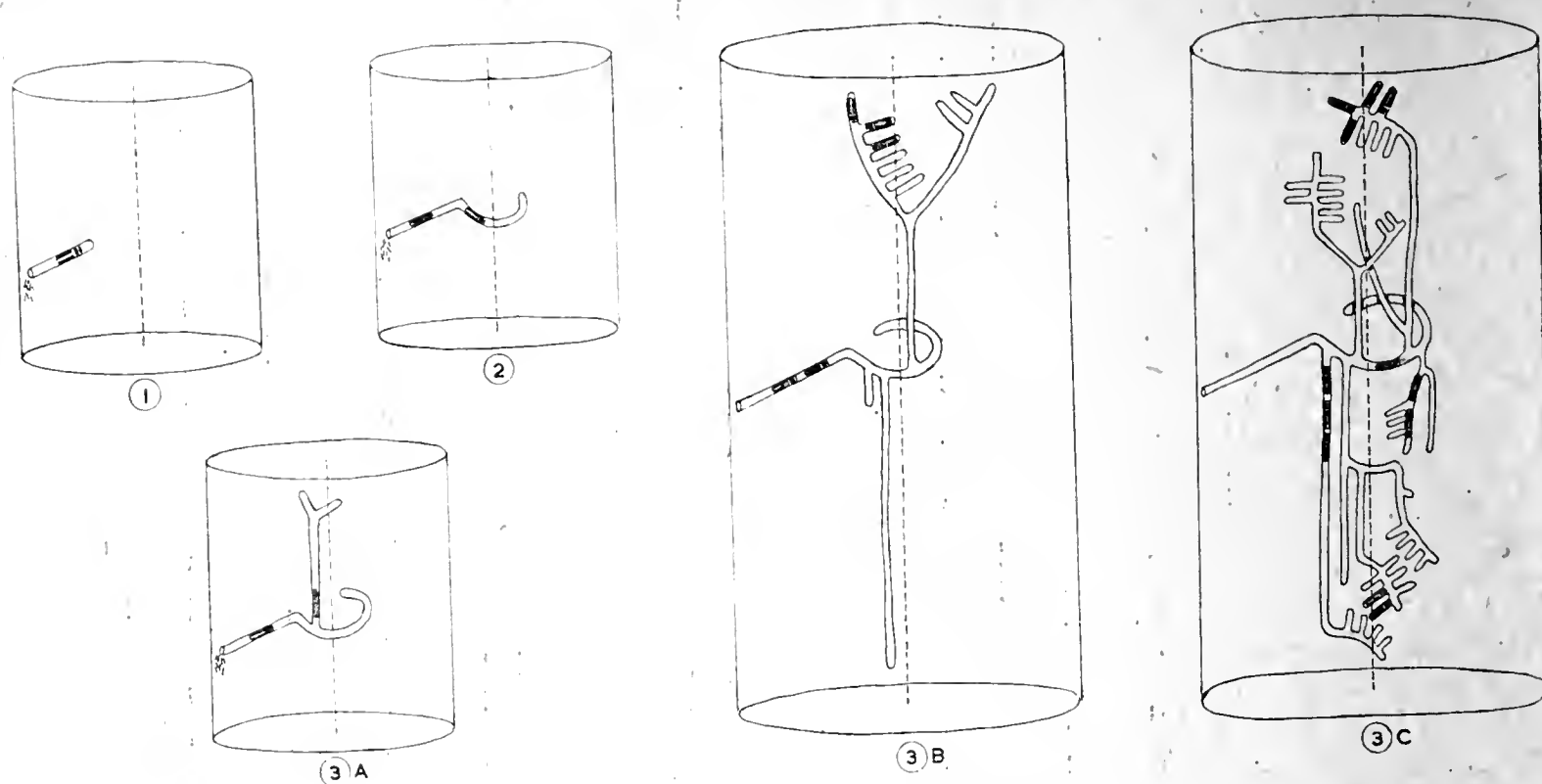


Fig. 1. Nest development in *T. ghanaensis* Schedl.

1, 2 and 3 are the three main stages in nest establishment. The final elaboration of stage 3 is given as figs. 3 A, 3 B and 3 C.

walls and until spore bearing bodies are common. This "rich" growth of fungus is essential for the female who requires food for ovary maturation. Laying of the first batch of eggs is thus dependent on the growth of the fungi.

The Larvae, when they appear, feed on the fungal mat on the tunnel walls. Early instars crop only the surface of the mat, but later instars browse much more deeply. In early instars the mandibles are delicate, with few, large, teeth on the cutting surface, but with successive moults the teeth become smaller in size and greater in number and the mandibles generally stouter. The final instar has very different mandibles which in shape resemble those of the adult being heavily chitinized and without teeth. These mandibles enable the last instar to bore into wood.

When the new adults first emerge from their larval cradles they feed for a short period in the vertical tunnels before leaving the nest to attack a new host.

### C. Pattern of attack on *Triplochiton scleroxylon*

The percentage of standing trees that show active attack in any one area is always low, rarely rising above 10% of the total number of host trees in the area, irrespective of girth size. Attack first commences on trees of 2—3 ft girth and continues up to girths of 13 ft and over, but the highest incidence is in the 5—9 ft girth classes.

From records of old attack, recognizable as un-occupied galleries on the felling surface of the stumps, it is apparent that 90% of all trees of 8 ft girth and above have been attacked at some time in their life. Counts taken on logs of 10 ft girth show that attack varies considerably from tree to tree, figures varying from 0—120 old holes / 20 ft of log being obtained for the basal portion of the tree. This variability in intensity of attack is also evident in active attack on standing trees, where frequently individuals of similar girth and apparent vigour growing close to each other are found to have very different numbers of holes.

These data suggest that the trees attacked are for some reason selected by the beetles, that is they are more attractive to them, and this attractive phase must last for a number of months. All trees appear to be attractive at some time in their life, and in most this phase of attractiveness must recur at frequent intervals throughout life.



There is seasonal variation in the intensity of attack, the highest incidence occurring in March and September, both, months in which rain first occurs after a lengthy dry spell.

#### D. Tree condition and its possible influence on the initiation of attack

It is not yet possible to state what exact tree condition predisposes *T. ghanaensis* to attack its host. The selectivity of the attacking beetles suggest that an attractant is present, or, maybe the absence of a repellent is involved.

Attack by boring insects on trees is usually attributed to the trees being injured, or in an unhealthy state. Kraemer (5) and Chararas (8) have shown that attack of conifers by bark beetles does follow injury to the tree. Further Chararas (8) has suggested that all injuries to the tree will reduce its physiological resistance to attack by insects. He found that with injury went depression of the osmotic pressure of the sap and attack by bark beetles was only possible at low osmotic pressures. "Primary" bark beetles were able to attack the tree at higher osmotic pressures than "secondary" species.

Obvious tree injury has not as yet been associated with the attack of *T. ghanaensis*. However the very heavy attack found throughout the rainy season, particularly when rains follow a dry period, suggests that changes in the water balance of the tree may induce an "unhealthy" condition when osmotic pressures will fall and conditions within parts of the trunk be such as to encourage insect attack. Strong sunshine, frequently found after rain in West Africa, will promote high transpiration rates, and could upset the water balance, and possibly result in damage to leaves, particularly when the latter are new. Vigorously growing trees are most likely to be susceptible and be sensitive to even slight changes in water balance. Beeson (6) has reported *Xyleborus fornicator* Egg. attacking the most vigorous tea bushes in a drought, while Kålshoven (7) notes that *X. destruens* Bldf. favours living teak that is growing rapidly. The sensitivity of the tree to water change will also depend on its exact location in the forest, whether on shallow soil, in valleys, etc.

#### E. Some factors that affect the successful establishment of the nest

##### (1) Host resistance

*T. Scleroxylon*, does exude gum from cut surfaces, but it is very rare to find male beetles drowned in such exudations during stage 1 of nest establishment. In contrast in stage 2 there is often complete failure of the nest, which can be attributed indirectly to host resistance. Most galleries once started reach the heart of the tree, but only 11% expand beyond this; in the majority the adults die and the entrance holes become occluded by the host. The failure of these galleries appears to be due to heavy sap flow rendering the wood surrounding the galleries too moist and so preventing proper growth of the ambrosia fungus, which results in a shortage of adequate food for the parent adults, particularly the female.

##### (2) Predators and parasites

Nests of platypodids that attack felled logs are often unsuccessful either because of the activities of predators taking the parent, e.g. Cleridae, or, competitors invading the galleries and taking them over for their own abode, e.g. Brenthidae. No Brenthids, or predators of any kind have as yet been found in nests of *T. ghanaensis*, and it seems unlikely that such animals are important natural controls to this pest. Two species of mite (Fam. Solenopsidae), and one beetle (*Pubala maxima* Pope in mss., Fam. Colydiidae), are commonly found in nests, but all appear to be only mycetophagous, or, scavenger in feeding habit.

## F. Distribution and abundance in West Africa

*T. ghanaensis* in West Africa occurs only west of the River Volta, that is in Ghana, Cote d'Ivoire and Liberia. Within this area it is confined to forest in which its host occurs, being particularly abundant in the wetter areas. Where farming has invaded the forest areas, the insect disappears and emergent Wawa trees standing above the crop, are free of attack (Roberts 9).

It is noticeable that this platypodid, like other members of the family that are commonly associated with the attack of living trees, is only associated with its host, *T. scleroxylon*, over a part of the latter's range of distribution in West Africa.

## G. Discussion

The high moisture content peculiar to living wood, and the marked fluctuations that must occur in this during the year are very potent factors in determining the initiation and successful establishment of a nest by *T. ghanaensis*. The very long time taken by this platypodid to complete its life history, when compared with the more typical "pin-hole borers", is probably a reflection of conditions within the living tree. Variable moistures in the wood surrounding the galleries may cause setbacks in the growth of the ambrosia fungus and result in limited food supplies for adults and larvae so extending the developmental period of these stages.

Control of *T. ghanaensis* is very difficult and the best chances of success lie in silvicultural practices that maintain trees at a steady, high, growth rate, or possibly in selective breeding producing trees not attractive to the beetle.

## REFERENCES

1. BROWNE, F. G. (1936): Imp. For. Inst. Techn. Paper No. 3. — 2. GARDNER, J. C. M. (1957): Emp. For. Rev. 36, 2, 204—205. — 3. ROBERTS, H. (1960): Report West African Timber Borer Research Unit 1958—1959. Kumasi, Ghana. — 4. BROWNE, F. G.: The Biology of Malayan Scolytidae and Platypodidae (In Mss). — 5. KRAEMER, G. G. (1950): Z. angew. Ent. 31, 3, 349—430. — 6. BEESON, C. F. C. (1941): Forest Insects of India. — 7. KALSHOVEN, L. G. E. (1959): Tydschr. v. Ent. 102, 1, 135—173. — 8. CHARARAS, C. (1959): Rev. de Path. Veg. et d'Ent. Agric. de France 38, No. 4, 215—233. — 9. ROBERTS, H. (1960): W. A. T. B. R. U. Technical Bulletin No. 3, Kumasi, Ghana.

## ADDITION

Description of the female of *Trachyostus ghanaensis* Schedl. by Professor Dr. KARL E. SCHEDL.

*Female*. Of the same general sculpture to male, the same elytral declivity and the same pronotum as in the male, but slightly larger, 8.4 mm. the front coarsely punctate and longitudinally wrinkled in the upper half, feebly raised towards the centre below, and the anterior half more irregularly punctate. The elytra with the third interstices triangularly widened and finely asperate at the base.

Allotype in the British Museum (Natural History), paratypes in collection SCHEDL.

Locality: Gold Coast, Wiaswo, 1949 ex. *Triplochiton scleroxylon*, G. H. Thompson, Ghana;

Bobiri Forest Reserve, 2. II. 1960, on the same host, H. ROBERTS, Ghana;

Asamang 29. VII. 1959, same host and collector;

Ghana Boumfum F. R. 14. V. 1959, same host and collector.

# SOME BORERS OF LIVING TREES IN EAST AND WEST AFRICA AND SUGGESTIONS FOR THEIR DETECTION BY NON-DESTRUCTIVE TECHNIQUES

TECWYN JONES, Kenya

Manuskript nicht eingelangt

## ABSTRACT

The economically important tree borers of Ghana and British East Africa, include species of *Doliopygus*, *Symmeris* and *Trachyostus* (Platypodidae), *Oemida gabani* Distant and *Androeme plagiata* Auriv. (Cerambycidae); *Pachydissus* and other unidentified Lamiidae.

This paper briefly describes the general ecology and method of infestation of the borers, and some of the factors governing the success or failure of their attacks on living trees. The host's natural resistance to infestation is discussed and the contribution of saturated saqwood to this immunity is outlined.

The consequences of attack are described, and the particular problem of *Oemida gabani* in softwood plantations of Kenya is elaborated. Possible methods of non-destructive tree inspection are suggested, and the relative merits of ultrasonic, radiographic and isotope techniques for plantation sampling are considered.

# XYLEBORUS DESTRUENS BLDF. (COL., SCOL.) AS A SEMI-PRIMARY TRUNK-BORER OF TECTONA GRANDIS (TEAK) IN JAVA

L. G. E. KALSHOVEN, Holland

Manuskript nicht eingelangt

## ABSTRACT

This ambrosia beetle became originally known as living in diseased cacao trunks, but afterwards evidence accumulated of its occasional occurrence as a primary borer in teak trees of different ages, their bark becoming stained by dark exudations from the holes, and their wood riddled by tunnels. After an unusual severe infestation had been found in a plot of teak plantations growing on newly cleared terrain originally covered with virgin mixed forest, systematic investigations were carried out there and in similar places from 1931—1937. The new outbreak areas appeared to be situated outside the natural distribution area of pure teak stands, these areas having a higher and more regular rainfall, which prevents the teak from shedding its leaves during a dry season—common in the original area—and forces it to rapid growth. It will be explained that under such conditions the teak trees are apparently more susceptible to attacks by the borer. We shall also deal with certain features of the habits of the borer through which it distinguishes itself from other primary and secondary *Xyleborus* species.

# RELATIONS ENTRE LES VARIATIONS DE LA PRESSION OSMOTIQUE DES CONIFERES ET L'EXTENSION DES COLEOPTERES SCOLYTIDAE

C. CHARARAS

Institut National Agronomique, Paris

Cherchant à préciser les conditions d'installation des Scolytides parasites des conifères, certains auteurs ont pensé que ces insectes ne pouvaient s'attaquer aux arbres sains sans être rapidement noyés par une abondante sécrétion résineuse; mais si les écoulements de résine constituent une réaction de défense des conifères, on ne s'explique pas comment il est possible de rencontrer des insectes sur l'épicéa et les pins, essences particulièrement riches en résine. Par ailleurs, loin d'admettre que les Scolytides s'adressent exclusivement aux arbres secs, il faut bien reconnaître qu'ils vivent essentiellement aux dépens d'arbres encore en sève et que leurs attaques apparaissent étroitement liées à la vitalité du biotope.

Il est en effet certain que la vitalité de la plante-hôte constitue un facteur déterminant pour l'installation des Scolytides puisque les espèces dites «primaires» nidifient sur des arbres en pleine santé alors que les insectes «secondaires» se localisent visiblement sur les sujets en voie de dépérissement. Mais il arrive parfois qu'un arbre attaqué localement par des insectes primaires puisse conserver toutes les apparences d'un sujet sain; c'est ainsi que dans la forêt de St-Prix (Morvan) la présence d'*Ips typographus* L. est souvent très difficile à déceler car l'espèce s'installe alors à environ 7 à 8 m. de la base des épicéas sans provoquer le moindre jaunissement des aiguilles. Dans ce cas, malgré leur aspect typiquement sain, certains arbres se révèlent donc des biotopes de prédilection pour les Scolytides primaires avant d'être finalement envahis par les espèces secondaires. On doit en conclure que l'apparence d'un arbre est incapable de rendre véritablement compte de sa vitalité réelle; en conséquence, il est nécessaire de substituer à l'aspect phénologique parfois trompeur un élément d'appréciation plus sûr et plus général.

Si les critères paraissent assez nombreux, ils sont pour la plupart beaucoup trop complexes car l'étude de l'assimilation chlorophyllienne, de l'absorption des substances minérales ou de l'élaboration des glucides exigerait des analyses biochimiques extrêmement délicates. C'est pourquoi j'ai eu recours à un examen beaucoup plus rapide qui, par simple détermination de la pression osmotique corticale, donne des indications précieuses sur les relations liant la plante-hôte aux Scolytides parasites.

C'est en effet par osmose que la sève atteint les tissus chlorophylliens, et par osmose également que les substances nutritives passent de cellule en cellule jusqu'à l'endoderme; en conséquence, la mesure de la pression osmotique du liquide cellulaire et extracellulaire permet d'apprécier à tout moment l'état physiologique d'un arbre donné et de prévoir ainsi ses possibilités de défense contre les Scolytides.

En relation avec l'installation des Scolytides, il est en effet possible de reconnaître trois valeurs remarquables de la pression osmotique corticale des conifères, un optimum, un minimum et un maximum.

Défini comme la pression osmotique des arbres en parfaite santé, l'optimum constitue une caractéristique de l'essence considérée; il ne s'agit bien entendu que d'une constante biologique susceptible de varier d'un arbre à l'autre et surtout d'un peuplement à l'autre en fonction des conditions locales particulières; mais dans ces limites, et sous réserve des cas de pullulation ou d'extension massive, les arbres apparaissent nettement réfractaires à l'installation des Scolytides.

L'optimum étant directement lié à la vitalité d'un arbre, plus les conditions climatiques, pédologiques et sylvicoles s'avèrent favorables, plus cet optimum se rapproche de sa valeur idéale, ce qui permet de distinguer selon les conditions d'adaptation une valeur véritablement normale et des valeurs voisines de la normale. Il est intéressant de noter



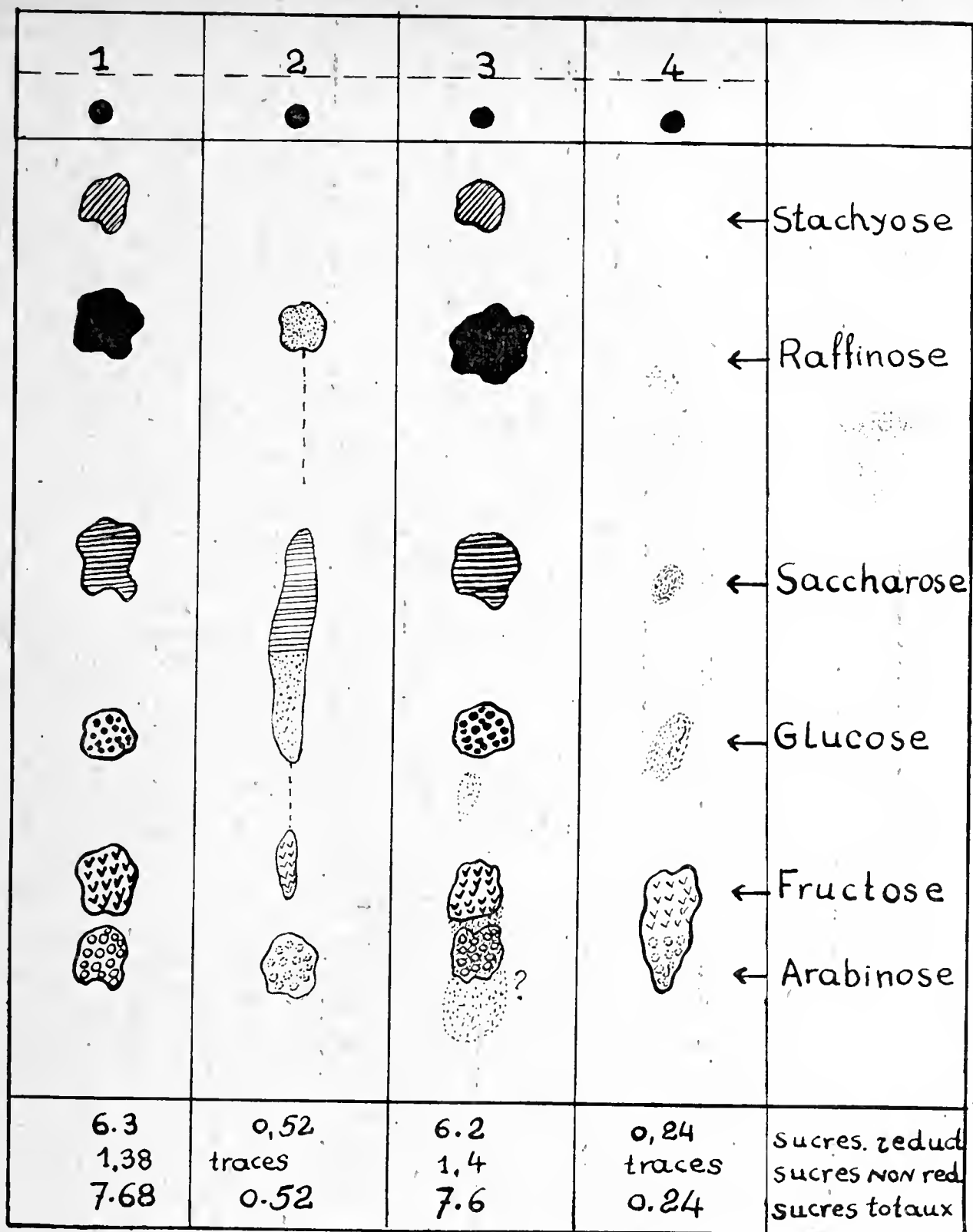


Fig. 1. Représentation schématique des chromatogrammes réalisés à partir du liquide cortical de quatre sujets caractéristiques.

- 1 – *Picea excelsa* vigoureux, non attaqué par les *Scolytidae*.
- 2 – *Picea excelsa* très attaqué par *Ips typographus* L., après abandon par *Ips* et installation des *Hylurgops*.
- 3 – *Pseudotsouga douglasii* très vigoureux, sans aucune attaque.
- 4 – *Picea excelsa* attaqué depuis un délai de 14 mois. Noter l'absence de certains sucres sur les échantillons.

à ce sujet que les attaques des Scolytides sont toujours plus importantes dans les peuplements où l'optimum osmotique réel se localise, soit au-dessous, soit au dessus de la normale théorique de l'essence considérée.

D'autre part, le maximum et le minimum représentent les seuils-limites de vitalité qui déterminent les possibilités d'attaque des Scolytides. En effet, au sein d'un peuplement, les arbres attaqués sont essentiellement des sujets dominés, souffreteux ou dépérissants dont la pression osmotique est sensiblement inférieure à la normale; plus exactement, il existe un minimum qui autorise l'installation des Scolytides primaires et un second seuil encore inférieur, au-delà duquel l'arbre devient la proie d'insectes spécifiquement secondaires.

De son côté le maximum trahit un déséquilibre physiologique généralisé, déterminé à l'origine par certaines attaques localisées dans les branches et qui provoquent de ce fait la fanaison des aiguilles; celles-ci étant incapables d'assurer la photosynthèse qui conditionne toute la physiologie végétale, l'arbre devient rapidement propice au développement des insectes qui s'y installent dès qu'une forte absorption d'eau par les tissus morts fait tomber la pression osmotique de l'écorce jusqu'au minimum. Des arbres non attaqués peuvent être le siège de phénomènes identiques lorsqu'ils se développent dans des conditions défavorables. C'est ainsi par exemple qu'en période de sécheresse la pression osmotique de l'épicéa accuse des variations importantes. L'apport d'eau insuffisant détermine la fanaison des aiguilles qui ne peuvent plus assurer normalement leur fonction d'assimilation et l'arbre se trouve ainsi privé des substances nutritives indispensables; à ce stade, on note une chute très nette de la pression osmotique corticale, signe certain d'un état physiologique critique qui autorise l'installation des Scolytides. Si l'arbre échappe cependant aux attaques des Scolytides, il peut retrouver toute sa vitalité après une période de pluie recréant des conditions hygrométriques plus favorables, car l'épicéa est une essence particulièrement sensible à la sécheresse. Par contre, l'attaque aggrave rapidement le déséquilibre initial car la pénétration des insectes, leurs galeries et leurs morsures de nutrition provoquent des lésions locales, puis généralisées, qui réduisent progressivement les échanges osmotiques; par ce processus, une invasion massive entraîne inévitablement la mort de la plante-hôte dans un délai de 3 ou 4 mois au maximum.

On voit donc en définitive que si le minimum osmotique implique la possibilité d'attaque immédiate, le maximum marque de son côté l'acheminement certain de la plante vers la mort.

Parallèlement à ces variations osmotiques, il faut signaler des différences très sensibles intéressant le pourcentage de matières sèches du liquide cortical, et plus précisément sa teneur en sucres réducteurs (exprimée en grammes de glucose pour 100 ml), en sucres non réducteurs (exprimés en grammes de saccharose pour 100 ml) et en acides organiques libres hydrosolubles (exprimés en ml. d'acide normal pour 100 ml). En effet, l'analyse a révélé dans l'écorce d'un épicéa très vigoureux, non attaqué et caractérisé par une pression osmotique de 9,27 atmosphères, un total de 18% de matières sèches, avec 9,01 ml. d'acides organiques libres, 6,3 g. de sucres réducteurs et 1,38 g. de sucres non réducteurs, soit 7,68 g. de sucres totaux; par contre, un épicéa très attaqué, dont la pression osmotique ne dépassait pas 2,41 atm. ne contenait que 0,52 g. de sucres réducteurs, des traces indosables de sucres non réducteurs et 0,62 ml. d'acides organiques libres pour un taux de matières sèches de 3%. De la comparaison de ces deux exemples, il ressort clairement que les variations de la pression osmotique s'accompagnent de modifications parallèles des quantités de matières sèches, de glucides et d'acides organiques hydrosolubles; il apparaît d'autre part que ces modifications ne tiennent pas à l'essence considérée, mais bien à l'état physiologique de l'arbre en cause.

Entre ces deux cas extrêmes l'arbre peut passer par divers stades intermédiaires, mais il n'en reste pas moins qu'un affaiblissement critique fait des sujets physiologiquement déficients les biotopes d'élection des Scolytides primaires, dont la présence aggrave rapidement le déséquilibre initial de la plante-hôte. A ce stade, l'arbre est abandonné par les espèces primaires dont l'installation implique un état physiologique voisin de l'optimum, et devient alors la proie des espèces nettement secondaires comme les *Hylurgops*, les *Dryocoetes* et les *Hylastes*. A un degré de vitalité encore moindre, c'est-à-dire en fait lorsque l'arbre est tout à fait mort, il n'abrite plus que des *Rhyncolus*, Curculionides xylophages très voisins des Scolytides. Conditionnée par le déséquilibre physiologique croissant de la plante-hôte, cette succession des espèces en fonction de leurs exigences décroissantes est irréversible, car il est impossible d'infecter expérimentalement un épicéa sain, à pression osmotique optimale, avec des larves ou des adultes

de *Dryocoetes*, insecte qui vit électivement dans les branches coupées depuis plusieurs mois, abandonnées à terre et imprégnées d'humidité.

Toutes les expériences réalisées sur ce sujet démontrent donc que l'étude des Scolytides doit englober également le biotope car la vie de ces insectes est étroitement liée à la plante-hôte. On sait en effet que les Scolytides ne passent que quelques heures à l'air libre au moment de l'essaimage; dès qu'ils ont choisi leur biotope, ils subissent passivement les réactions de la plante-hôte et il est fréquent de trouver des larves et des adultes tués par une forte sécrétion de résine ou même par le flux de la sève. A ce sujet, il faut d'ailleurs rappeler que si les sécrétions résineuses peuvent parfois noyer des insectes, il ne s'agit là que de la réaction physiologique normale chez les conifères vigoureux; seuls les arbres en voie de dépérissement se caractérisent par un processus de sécrétion sensiblement ralenti et un flux de sève extrêmement réduit.

La pression osmotique apparaît donc comme un facteur primordial pour les conifères dans la mesure où elle influence l'installation des Scolytides sur certains arbres, et plus généralement les relations entre ces insectes et leur biotope. Selon son intensité, il est même possible de répartir les conifères en trois catégories plus ou moins exposées aux attaques des différentes espèces, primaires ou secondaires:

— optimum de l'essence considérée: en règle générale les arbres dont la pression osmotique atteint la valeur optimale restent indemnes et ne sont attaqués que très rarement, et uniquement par des insectes primaires lorsqu'ils se trouvent en état de déséquilibre physiologique passager, ou en cas de surpopulation des Scolytides.

— affaiblissement critique: de nombreux facteurs climatiques ou physiologiques peuvent déterminer chez certains sujets une baisse de la pression osmotique qui autorise l'installation des insectes primaires et parfois même quelques attaques d'insectes secondaires.

— mort de l'arbre: à ce stade, les insectes primaires ont déjà quitté le biotope qui devient la proie des insectes secondaires, et les *Hylurgops*, les *Dryocoetes* et les *Hylastes* sont les seuls Scolytides que l'on puisse trouver sur les sujets en voie de décomposition.

## LE CHIMIOTROPISME CHEZ LES SCOLYTIDAE ET LE RÔLE DES SUBSTANCES TERPÉNIQUES

CONSTANTIN CHARARAS et PAUL DESCHAMPS

Institut National Agronomique, Paris

Nous étudions depuis longtemps le chimiotropisme chez les *Scolytidae* en fonction des constituants terpeniques des oléorésines et nous avons pu ainsi mettre en évidence des liaisons étroites entre le biotope et les *Scolytidae*.

Parmi les insectes primaires, nous avons sélectionné les quatre espèces les plus fréquentes, *Ips typographus* L., *Ips sexdentatus* Boern., *Blastophagus piniperda* L. et *Blastophagus minor* Hart., pour étudier leur comportement en présence d'arbres très vigoureux, jamais attaqués auparavant par les *Scolytidae*.

Par contre, *Pityogenes chalcographus* L., *Hylurgops palliatus* Gyll., *Dryocoetes autographus* Ratz., *Dryocoetes hectographus* Reit., *Crypturgus pusillus* Gyll. et *Phloeosinus bicolor* Brul. appartiennent tous au groupe des espèces secondaires et ne s'installent que sur des sujets endéséquilibre physiologique, comme c'est le cas des arbres dominés, souffreteux ou cachectiques qui attirent des populations très importantes.

Dans tous les cas, nous avons toujours travaillé sur des arbres encore en sève, avec un taux d'humidité corticale généralement voisin de 43%, à l'exception de quelques échantillons attaqués par les insectes secondaires et dont l'humidité relative ne dépassait pas 17%.

D'autre part, pour définir le degré de vitalité du biotope, nous avons déterminé par cryoscopie la concentration moléculaire qui conditionne la pression osmotique du liquide cortical intra et extra cellulaire. Nous pouvons préciser ainsi que la pression osmotique corticale des arbres attaqués par les espèces primaires varie en moyenne de 8,5 à 12,5 atm., alors que cette même pression reste comprise entre 3,5 et 7,5 atm. dans le cas des insectes secondaires. Il faut signaler enfin que la pression osmotique nettement plus élevée de *Pseudotsuga douglasii* (11 à 14 atm. au mois d'Août) s'accompagne en pratique d'une résistance naturelle remarquable aux attaques des *Scolytidae*.

La vitalité des différents échantillons étant ainsi connue, nous avons ensuite procédé à l'analyse des huiles essentielles de leurs résines; mais avant d'exposer les indications d'ordre chimique, il nous paraît utile de donner un bref aperçu de l'attractivité caractéristique des principales essences à partir des échantillons étudiés.

### Attractivité des principales essences résineuses

#### 1 — *Pinus sylvestris*

Cette essence se révèle manifestement très attractive pour *Ips sexdentatus* Boern. mais il convient cependant de faire une distinction très nette entre l'aubier et l'écorce, qui attire à elle seule environ trois fois plus d'insectes. C'est ainsi que nous avons pu dénombrer sur un fragment d'aubier (échantillon n° 8, pin sylvestre de 45 ans) 23% des populations en expérience, contre 70% dans l'écorce. Quant à la différence résiduelle, elle représente les insectes qui, en proportion toujours minime, demeurent inactifs ou sans réaction bien définie. Ces pourcentages sont obtenus en vérifiant au bout de 24 heures la répartition de 100 adultes placés dans une cage d'élevage en présence des échantillons à étudier.

Une expérience analogue avec un fragment d'écorce de pin sylvestre caractérisé par une pression osmotique de 9,6 atm. et une humidité relative de 43% (échantillon n° 11) n'a fait que confirmer les résultats précédents. Par contre, ce même échantillon ne convient visiblement pas aux insectes secondaires comme les *Dryocoetes*, qui s'adressent exclusivement aux sujets ayant déjà perdu les qualités physico-chimiques des arbres sains; enfin, il n'apparaît pas non plus propice à l'installation de *Phloeosinus bicolor* Brul. qui montre au contraire une très nette prédilection pour les *Thuja* et les *Juniperus*. On peut donc en conclure que l'écorce de *Pinus sylvestris* exerce une attractivité spécifique sur *Ips sexdentatus* Boern.

#### 2 — *Picea excelsa*

Un premier échantillon prélevé dans les forêts de Haute-Savoie sur un arbre de 65 ans en parfaite santé (échantillon n° 9) s'est montré extrêmement attractif pour *Ips typographus* L. avec un taux d'installation de 62%; à ce stade, l'essence est par contre totalement réfractaire aux attaques des insectes secondaires.

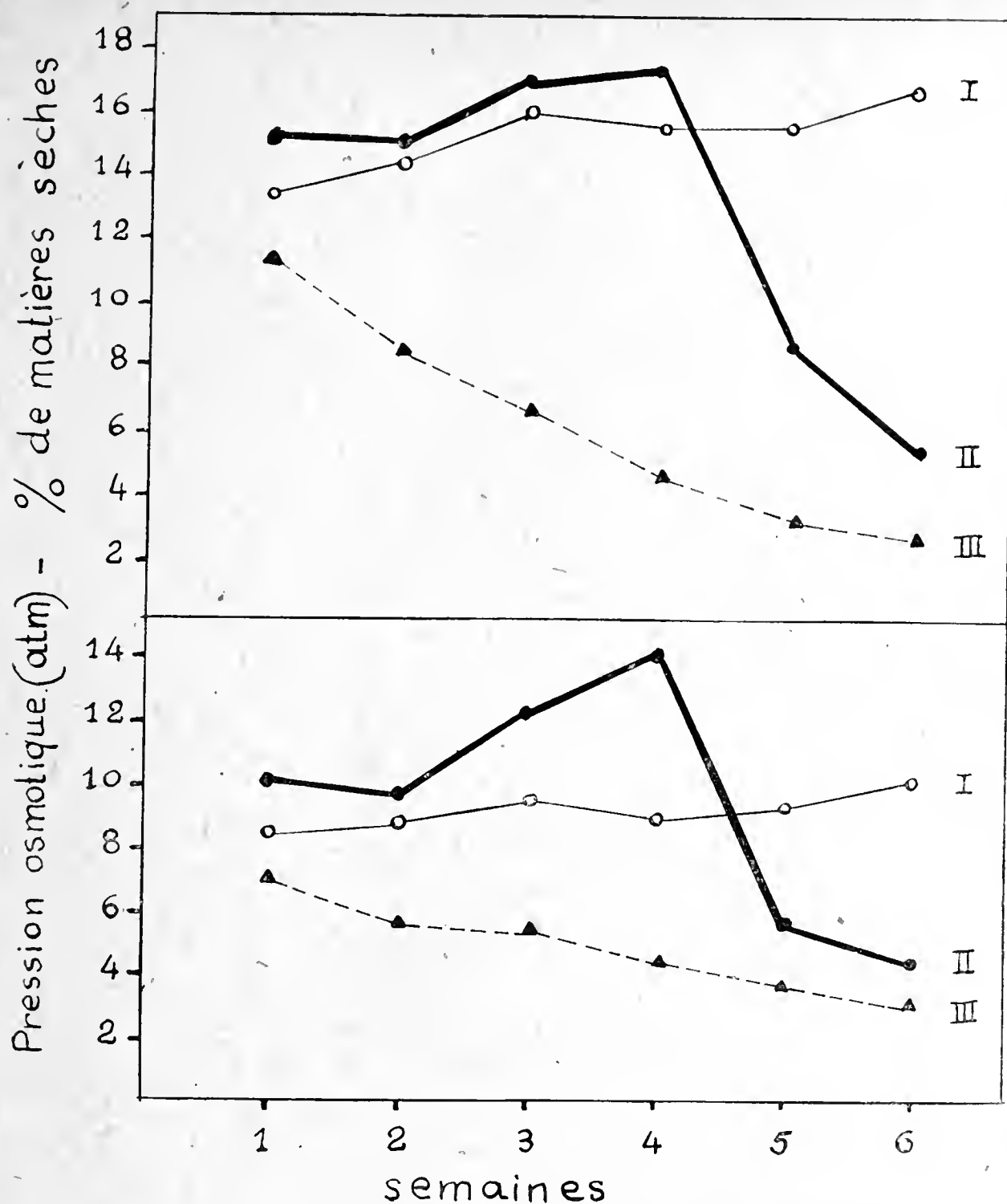
Cependant, lorsque sa vitalité se trouve diminuée, l'épicéa peut devenir attractif pour certaines espèces secondaires, en particulier *Pityogenes chalcographus* L. que nous avons trouvé associé avec *Ips typographus* L. sur un épicéa dont la pression osmotique corticale n'était plus que de 6,7 atm. pour une humidité relative de 24% (échantillon n° 15).

Enfin, avec une humidité identique et une pression osmotique de 7,3 atm., un fragment d'épicéa déjà attaqué par *Pityogenes chalcographus* L. (échantillon n° 12) a exercé sur cette même espèce une attractivité remarquable, de l'ordre de 97%; dans ces conditions, nous n'avons dénombré au contraire que 19% des populations de *Dryocoetes autographus* Ratz.

Enfin, dans un peuplement forestier très dense, un épicéa dont le taux d'humidité corticale atteignait 49% avec une pression osmotique de 8,2 atm. (échantillon n° 14) a pu être infecté expérimentalement. D'abord assez faible avec seulement 36%, le pourcentage d'attractivité s'est élevé finalement à 81% au bout de 22 jours.

Il ne fait donc aucun doute que, suivant sa vitalité, *Picea excelsa* possède un pouvoir attractif très marqué, d'abord pour *Ips typographus* L., puis pour *Pityogenes chalcographus* L.





Graphique montrant les variations parallèles du pourcentage de matières sèches (en haut) et de la pression osmotique (en bas) chez l'épicéa.

Suivant leur vitalité, on peut distinguer trois types de sujets.

I — Sujet dont la pression osmotique optimale, sensiblement constante, atteste le parfait équilibre physiologique; dans ces conditions, l'arbre n'est pas attaqué par les *Scolytidae* et il n'est pas possible d'obtenir une infection expérimentale, même avec les espèces primaires.

II — Sujet à pression osmotique initiale nettement supérieure à la normale. Loin d'être un signe de vitalité, cette élévation de la pression osmotique constitue au contraire un indice certain de déséquilibre physiologique. On constate en effet, à partir de la 5ème semaine, une chute brutale de la pression osmotique; à ce stade, les cellules végétales ont perdu toute vitalité et l'arbre devient un biotope propice à l'installation des insectes primaires. Enfin, dès la 6ème semaine, ce sujet a été envahi par les espèces secondaires.

III — Sujet à basse pression osmotique initiale; attaqué dès la 1ère semaine par *Ips typographus* L., l'arbre n'a pas pu surmonter son déséquilibre physiologique qui s'est aggravé progressivement pour permettre l'installation massive de *Hylurgops palliatus* Gyll. à partir de la 5ème semaine.

### 3 — *Pseudotsuga douglasii*

En ce qui concerne cette essence, nous n'avons jamais pu observer d'attaque dans les conditions naturelles, ni par les espèces secondaires ni même par aucune des espèces primaires précédemment citées.

Cependant, nous sommes parvenus à réussir une infection expérimentale par *Ips sexdentatus* Boern., malgré une pression osmotique de 11,2 atm., pour un taux d'humidité relative de 52%. Les insectes ainsi étudiés ont effectivement pratiqué des morsures de nutrition, mais ils se sont trouvés manifestement gênés par les nombreuses poches à résines et par la haute pression osmotique du liquide cortical. Dans ces conditions, l'installation de *Ips sexdentatus* Boern. par voie d'infection expérimentale ne dépasse pas 29% des populations étudiées, tandis que dans les conditions naturelles l'attractivité de *Pseudotsuga douglasii* reste toujours nulle pour toutes les espèces testées. On peut donc admettre que cette essence, attaquée en Amérique par *Dendroctonus micans* Kug., n'est au contraire pratiquement pas attractive en Europe.

L'attractivité exercée par les différentes essences résineuses apparaît donc extrêmement variable et nous avons pensé que la spécificité des *Scolytidae* parasites des conifères devait être conditionnée dans une large mesure par les composants caractéristiques des oléorésines, c'est-à-dire les terpènes. Nous avons constaté en effet que des essences feuillues, absolument dépourvues de tout pouvoir attractif vis-à-vis des différentes espèces étudiées, sont immédiatement attaquées après imprégnation par certaines substances terpéniques qui n'entrent pas dans leur composition normale. C'est pourquoi nous avons cherché à comparer la teneur en huiles essentielles des espèces botaniques dont nous venons d'indiquer le degré d'attractivité pour les principaux *Scolytidae*.

### Composants chimiques caractéristiques des oléorésines

Il ne saurait être question d'envisager ici une analyse chimique détaillée des différentes essences résineuses et nous nous proposons simplement de résumer les premiers résultats obtenus dans ce domaine.

En raison de la très grande subtilité de l'odorat chez les insectes et de l'impossibilité d'extraire de grandes quantités de terpènes, il n'est d'ailleurs pas impossible que des composants à faible teneur, et notamment des dérivés oxydés, dont le rôle serait cependant essentiel, échappent encore à l'analyse. Il est cependant possible d'étudier leur action grâce à des procédés d'addition, en badigeonnant par exemple une essence non résineuse d'une solution de ces corps.

Quoi qu'il en soit, nous pouvons préciser aujourd'hui les possibilités d'analyse chimique de petits échantillons prélevés sur des arbres dont l'attractivité est connue. En pratique, ces analyses sont rendues difficiles du fait des petites quantités extraites et des fluctuations importantes de la teneur en résine, qui varie non seulement selon l'essence mais aussi selon la région considérée (aiguilles, bois de cœur, aubier ou écorce) et même selon la vitalité du sujet, les blessures provoquant une très abondante sécrétion de résines. Il y a lieu, en effet, de distinguer, à côté de l'écoulement primaire ou physiologique, un écoulement secondaire ou pathologique qui constitue la réaction symptomatique d'un conifère aux lésions externes. En particulier, toute blessure, même légère, de l'écorce s'accompagne d'une sécrétion caractéristique, car c'est dans l'écorce que se trouvent localisés les éléments résinifères, soit sous forme de poches comme chez *Abies pectinata*, soit sous forme de canaux sécréteurs longitudinaux comme chez les *Pinus*.

De façon générale, les huiles essentielles sont mélangées dans les résines à des acides résiniques, à des acides aromatiques (acides benzoïques et cinamiques), à des alcools résiniques, à des éthers, à des résènes et à des gommes. Indépendamment des divers produits secondaires, la nature et la teneur de ces huiles essentielles varient sensiblement d'une espèce botanique à l'autre.

#### 1 — Composants terpéniques essentiels des conifères

D'après les travaux antérieurs, il est possible de schématiser comme suit la composition caractéristique des essences résineuses étudiées.

—*Pinus sylvestris*

Bois de cœur	{	$\alpha$ -pinène	60%
		$\beta$ -pinène (ou nopinène)	17%
		carène	16%
Aiguilles	{	$\alpha$ -pinène	8%
		dipentène	27%
		sylvestrène	20%
		acétate de bornyl	7%
		sesquiterpènes	20%

—*Picea excelsa*

{	$\alpha$ -pinène	30%
	$\beta$ -pinène	30%
	phellandrène	18%
	limonène	8,9%

—*Pseudotsuga douglasii* ou *taxifolia*

Bois de cœur	{	$\beta$ -pinène	30%
		l-limonène	14%
		l-terpinéol	32%
		l-camphène	6%

En ce qui concerne cette essence, on peut se demander si le l-terpinéol ne constituerait pas, en raison de sa teneur remarquablement élevée, un élément répulsif susceptible d'expliquer dans une certaine mesure la résistance naturelle du *Pseudotsuga*.

— Les *Thuja*, dont nous avons vu qu'ils attirent spécifiquement les insectes du genre *Phloeosinus*, contiennent une proportion notable de thuyone qui se définit chimiquement comme un thuyène comportant une fonction cétone; bien qu'il ne s'agisse encore que d'une hypothèse, il semble qu'on puisse attribuer au thuyone un rôle déterminant dans l'attractivité spécifique des *Thuja*.

— Chez les *Juniperus*, Krestchewsky et Anderson signalent la présence de terpinolène; d'autre part, les huiles de genévrier contiennent une très forte proportion de sesquiterpènes (l- $\beta$ -caryophyllène, l-cadinène, cédrène et 5 à 10% de sesquiterpènes à fonction alcool), qui interviendraient vraisemblablement dans l'attractivité spécifique des *Juniperus*.

— En pratique, il est assez délicat d'attribuer à tel composé chimique un rôle attractif ou répulsif, car les examens ne se font jamais avec des corps rigoureusement purs, une proportion plus ou moins forte s'oxydant rapidement à l'air. Compte tenu des très faibles concentrations susceptibles de provoquer chez les insectes une réponse à un stimulus olfactif, l'hypothèse d'une intervention de ces formes oxydées ne doit pas être négligée.

## 2 — Formes oxydées présentes en faible proportion

Sans indiquer toutes les formes possibles d'oxydation, nous rappellerons brièvement les plus fréquentes. C'est ainsi, par exemple, que l' $\alpha$ -carène s'oxyde à l'air en se résinifiant pour donner finalement naissance à de petites quantités de produits cétoniques et alcooliques.

Par ailleurs, G. Dupont indique comme produits d'oxydation lente des pinènes exposés à l'air, le verbenone (cétone), le verbenal (aldéhyde), le myrtenol et le myrtenal, tandis que l'action combinée de l'air et de l'eau transforme finalement le pinène en pinol. De façon identique, le terpinéol est en fait un hydrate de terpinolène.

Le processus d'oxydation peut être accéléré au moyen de catalyseurs et certaines théories admettent même l'autooxydation du pinène; c'est-à-dire qu'il se formerait en cours de réaction des produits «accélérateurs» qui détermineraient une réaction en chaîne. En pratique, la vitesse de déclenchement de cette réaction dépend des conditions de luminosité et de température; il en résulte que la libération de substances éventuellement attractives peut varier selon les conditions climatiques, et qu'un échantillon peut devenir plus attractif avec le vieillissement, comme c'est manifestement le cas à l'égard des espèces secondaires. Nous avons vu d'ailleurs que des cétones et des alcools (thuyone, terpinéol) existent normalement chez certaines essences comme les *Thuya* ou le *Pseudo-tsuga douglasii*.

Enfin, des terpènes ou sesquiterpènes en très faible proportion pourraient également intervenir comme stimulus attractif. Dans ce domaine, nous avons déjà signalé que les méthodes d'infestation des feuillus imprégnés expérimentalement de substances terpéniques permettent de préciser le rôle des corps présents à doses infinitésimales.

### 3 — Résultats expérimentaux

Il est indispensable de procéder avant tout à une division mécanique de l'échantillon à étudier, afin de faciliter l'extraction ultérieure au soxhlet.

Après plusieurs heures d'extraction, on distille l'éther puis on procède à un entraînement dans un appareil spécialement conçu pour les très petites quantités, en ajoutant du chlorure de sodium puis à nouveau de l'éther au-dessus de l'eau salée, pour recueillir finalement la partie surnageante du liquide entraîné.

Il faut déshydrater l'éther avant d'effectuer le chromatogramme, qu'une faible teneur en eau suffit à rendre moins net<sup>1</sup>.

Les chromatogrammes donnent en principe un aperçu quantitatif car la concentration des corps est proportionnelle à la surface définie par les courbes enregistrées, mais il faut disposer de témoins purs et bien connaître les prises d'essais; de plus, on ne peut distinguer sur un même chromatogramme que des corps à température d'ébullition assez voisine.

Dans une première série d'expériences, il n'était pas possible de remplir intégralement ces conditions et nous nous sommes heurtés de ce fait à des difficultés techniques qui n'ont pas toujours permis de préciser la teneur des différentes substances.

Les premiers chromatogrammes ont cependant montré la possibilité d'un aperçu quantitatif, même sur de petites quantités de substances; mais avec un seul essai, il paraît difficile de repérer plus de trois corps pour chaque échantillon; en toute hypothèse, terpènes rares et formes oxydées en faibles doses doivent être étudiés au moyen de méthodes biologiques.

Si elles demandent encore à être précisées dans l'avenir, les analyses réalisées n'en permettent pas moins de mettre en évidence la proportionalité des principaux constituants des oléorésines et d'établir d'ores et déjà un parallélisme certain entre l'intensité de l'attractivité et la teneur en huiles essentielles.

### BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

ASCOLI, F. et CRESCENZI, V., 1958: *Chimic. Indust. Milan* vol. 40. — CHARARAS, C., 1958: *C. R. A. Sciences* t 247, p. 1653. — CHARARAS, C., 1958: *Ann. Inst. Agr. T. XLIV. Paris.* — CHARARAS, C., 1959: *C. R. A. Sciences* t 248, p. 1407. — CHARARAS, C., 1959: *Rev. Path. végét. et Ent. Agr. T. XXXVIII*, p. 113—129. — DUPONT, G. et LOCQUIN, R., 1949: *Traité de chimie organique T. XVI. Masson Edit. Paris.* — DUPONT, R., 1939: *Oxydation des terpènes (Ind. chim. Belge, vol. 10, p. 307—319).* — DUPONT, R., 1940: *Les produits d'autoxydation des terpènes (Ind. chim. Belge T 11, p. 3 à 13).*

<sup>1</sup> A cette occasion, nous remercions très vivement M. DULOUP, Chef de Service à l'Ecole Normale Supérieure, qui a bien voulu nous aider de ses précieux conseils, nous indiquer les méthodes d'extraction les mieux adaptées et faire exécuter dans son Service les chromatogrammes en phase vapeur.



# ÜBER DIE URSACHEN DES SPEZIFISCHEN VERLAUFES DER MASSENAUFTRETEN VON *ACANTHOLYDA NEMORALIS* THOMS.

WITOLD KOEHLER

Institut für forstliches Versuchswesen, Warszawa, Polen

Die Art, welche den Gegenstand des vorliegenden Vortrages bildet, ist bisher als forstlicher Großschädling wenig in Erscheinung getreten. Erst in den letzten Jahrzehnten kam es in Polen zu Massenvermehrungen auf breiter Fläche während der vergangenen 25 Jahre, 1934 bis 1959, wobei im Maximum eine Fläche von über 50 000 ha in Mitleidenschaft gezogen wurde.

Die Fraßschäden in den Jahren 1948 bis 1952 führten zu einer Intensität, die nur im Wege einer energischen chemischen Großbekämpfung in den Wäldern Schlesiens teilweise eingedämmt werden konnten. Dennoch kam bis heute die besprochene Massenvermehrung noch nicht zum vollen Zusammenbruch.

Im Vergleich mit dem typischen Gradationsverlauf anderer forstlicher Primärschädlinge weist das Massenaufreten von *Acantholyda* beträchtliche Abweichungen auf. In ihrem Verlauf lassen sich nicht die bekannten aufeinanderfolgenden Entwicklungsphasen der Bevölkerungsbewegung, das stufenweise Aufsteigen (Progradation), die Krise und der stufenweise Rückgang in der Bevölkerungsdichte (Retrogradation) unterscheiden.

Aus den primären Herden der Massenvermehrung dringt der Schädling immer in weitere benachbarte Bestandespartien vor und erfaßt damit allmählich im Laufe vieler Jahre immer größere Gebiete. Zu einem natürlichen Zusammenbruch der Massenvermehrung kommt es nur in Ausnahmefällen unter dem Einfluß bisher wenig erkannter epidemischer Krankheiten. Ein zweites typisches Kennzeichen der Massenvermehrungen von *Acantholyda* liegt in ihrer räumlichen Begrenzung. In Polen sind derzeit zwei voneinander deutlich getrennte Massenvermehrungsgebiete vorhanden, das erste im Raume von Kraków, Czeszochowa, Wieluń, Wrocław, Katowice, das zweite an der Oder in der Gegend der Stadt Gubin. Das Vorhandensein dieser beiden isolierten Herde ergibt sich nicht nur aus der derzeitigen Situation, sondern läßt sich auch aus historisch-statistischen Angaben nachweisen. Außerhalb dieser Gebiete kommt es zwar manchmal auf kleinen Flächen zu einer Zunahme der Bevölkerungsdichte, doch sind diese Erscheinungen wenig ausgeprägt und besitzen nur kurzfristigen Charakter.

Eine dritte typische Eigenschaft der *Acantholyda* ist ihre morphologische und biologische Heterogenität. Unsere Forschungen haben gezeigt, daß zwischen dem Krakau-Schlesischen-Stamm und dem Gubiner-Stamm manche Unterschiede vorkommen. Die Krakau-Schlesische Form ist etwas kleiner und dunkler gefärbt, was besonders in der Farbe der Cervikalregion der Imagines auffällt (Fig. 1). Die Unterschiede in der Farbe kommen auch in den Eonymphen, Pronymphen und Puppen zum Ausdruck. Im Krakau-Schlesischen Stamm sind alle diese Stadien ausschließlich gelb gefärbt, während im Gubiner Stamm neben 60 bis 70% gelben Exemplaren auch Individuen von gelbgrüner bis grellgrüner Farbe vorkommen.

Viel deutlicher kommen die Unterschiede in der Phänologie und Biologie zum Ausdruck. In Schlesien liegt der Höhepunkt der Flugzeit Ende April, in der Gegend von Gubin in der zweiten Dekade des Juni, wodurch sich ein Unterschied von sechs Wochen ergibt.

Wahrscheinlich im Zusammenhang damit fressen die Larven in Schlesien zunächst die älteren Nadeln und gehen erst am Ende der Fraßperiode auf die Maitriebe über. Im Gebiet von Gubin ergaben sich umgekehrte Verhältnisse; zuerst wird die junge Benadelung vernichtet, später ältere Jahrgänge. Im schlesischen Befallsgebiet erfolgt der Fraß

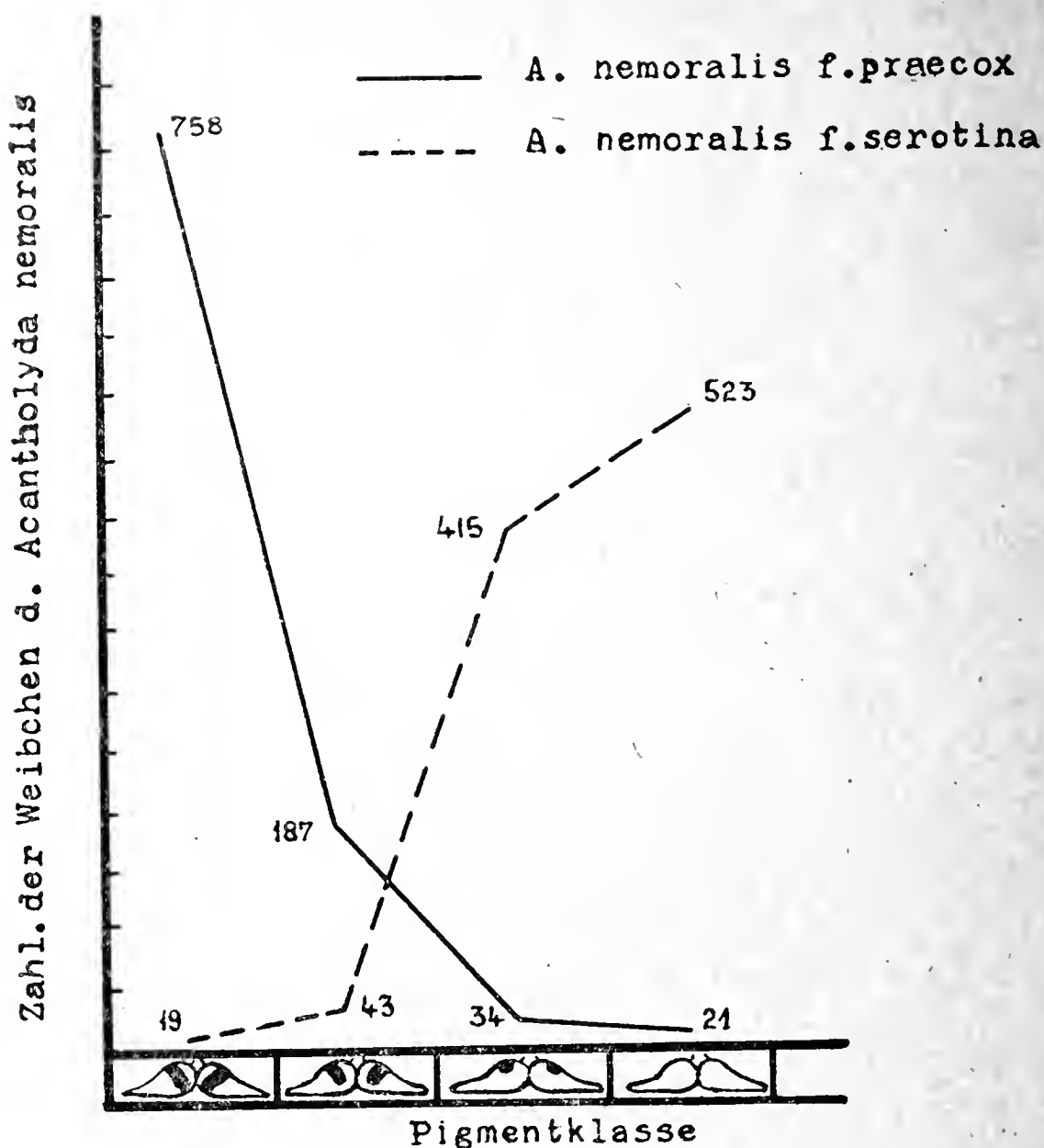


Fig. 1. Cervikalienpigmentierung.

der Afterraupen von unten nach oben und von innen auf die äußeren Kronenteile, im Gubiner Gebiet von oben nach unten und von außen in das Kroneninnere.

Schließlich zeigen die beiden Formen auch Unterschiede in der Entwicklungszeit. Im Krakau-Schlesischen Gebiet beträgt die Diapause als Eonymphe 9—21 Monate, wodurch eine ein- bis zweijährige Generation entsteht, im Gebiet von Gubin 21 bis 33 Monate, bzw. eine zwei- bis dreijährige Generation. Bemerkenswert ist ferner die Tatsache, daß die ausnahmsweise starke Dürre und Hitze des Sommers 1959 den Entwicklungszyklus von *Acantholyda* in Schlesien auf ein Jahr verkürzte, dagegen die dreijährige Entwicklungsperiode im Gubiner Gebiet nicht beeinflusste.

Auf Grund der genannten morphologisch-biologischen Unterschiede benannte ich die schlesische Form vorläufig als *Acantholyda nemoralis* f. *orientalis* W. K. und die Form im Gebiet von Gubin *A. nemoralis* f. *occidentalis* W. K.<sup>1</sup>.

Da weitere Forschungen jedoch bewiesen haben, daß diese Namen auf Grund der tatsächlichen Verbreitung nicht haltbar sind, schlage ich nunmehr vor, die früher schwärmende Form *Acantholyda nemoralis* f. *praecox*, die später schwärmende als *Acantholyda nemoralis* f. *serotina* zu benennen.

<sup>1</sup> a) Koehler W., 1953, Two Forms of the species *Acantholyda nemoralis* Thoms. — Roczn. Nauk Leśnych, Bd. IV, Nr. 108, S. 69—88 (polnisch mit engl. Zusammenfassung).

b) Koehler W., 1955, *Acantholyda nemoralis* Thoms in the silesion forests. — Roczn. Nauk Leśnych, Bd. XV, Nr. 158, S. 1—193 (polnisch mit engl. Zusammenfassung).

Die ursprüngliche Annahme, daß die Unterschiede, besonders in bezug auf die Phänologie, durch klimatische Faktoren bedingt sind, ist durch die Entdeckung eines einheitlichen Herdes der *serotina*-Form im bisherigen Verbreitungsgebiet von *A. nemoralis* f. *praecox* erschüttert worden. In diesem isolierten Herd fiel die ausschließlich gelbe Färbung der Eonymphen, Pronymphen und der Puppen auf. Man konnte zu der Ansicht neigen, daß dieser Herd morphologisch eine Übergangsform zwischen den beiden oben genannten Stämmen darstellt.

Eine weitere Eigenheit der Massenvermehrungen von *Acantholyda* kann in dem geringen Widerstand der biologischen Umweltfaktoren erblickt werden. Weder eine der drei bisher bekanntgewordenen Schlupfwespen (*Xenoschesis fulvipes* Grav., *Ctenopelma luciferum* Grav. und *Prosmorus rufinus* Grav.), noch eine der beiden Tachinen (*Pseudopachystylum gonioides* Zett., *Exorista bonsdorffi* Zett.) spielt bei den beiden Formen von *A. nemoralis* eine entscheidende Rolle als Populationsregulator. Eine größere Bedeutung in dieser Hinsicht scheint *Trichogramma embryofagum* Htg. zu haben. Dabei wurde beobachtet, daß ein Teil der *Trichogramma*-Population je Jahr einige Generationen durchläuft, ein anderer Teil eine Diapause einschaltet, wodurch die Entwicklung um ein Jahr verlängert wird. Eine ähnliche Erscheinung wurde auch bei der Tachine *Pseudopachystylum gonioides* festgestellt, die teilweise eine einjährige Generation hat, während ein anderer Teil der Population die Entwicklungszeit auf zwei Jahre verlängert.

Es mag sein, daß in beiden oben erwähnten Fällen eine regelmäßige Tendenz zum Vorschein kommt, die auf einen Synchronismus des Entwicklungslaufes der Parasiten und des Wirtes abzielt.

Weitere Studien über die Parasit-Wirt-Beziehungen von *Acantholyda nemoralis* Thoms. liefern Hinweise eines Anpassungsprozesses, die im „statu nascendi“ zu sein scheinen (Koehler 1955).

Ähnliche Erscheinungen kommen in der Beziehung mancher Räuber zu *Acantholyda nemoralis* Thoms., im Falle ihres Massenauftretens, zum Vorschein. So ist z. B. festgestellt worden, daß *Formica polyctena* Först., die die Gebiete des Massenauftretens der Kieferngespinstblattwespe besiedelt, sowohl den Imagines als auch den Afterraupen des Schädling energisch nachstellt. Anders verhalten sich die Individuen derselben Ameisenart, welche im Wege der künstlichen Vermehrung angesiedelt wurden; diese meiden ganz deutlich die Afterraupen von *Acantholyda nemoralis* Thoms.

Aus der Zusammenfassung der oben erwähnten Tatsachen und Beobachtungen folgt, daß die Massenvermehrung von *Acantholyda nemoralis* Thoms. sich nicht als „Gradation“ bezeichnen läßt, soweit man unter diesem Begriff einen Prozeß versteht, der durch die stufenweise Phasenänderung der Bevölkerungsdichte gekennzeichnet ist.

Als neu an den Massenvermehrungen von *A. nemoralis* erscheinen uns die räumliche Begrenzung, die deutliche Gliederung in zwei getrennte Herde, wahrscheinlich bedingt durch die morphologisch-biologische Heterogenität der Art, die außerordentliche Langsamkeit ihrer Bevölkerungszunahme, der geringe Widerstand der belebten Umweltfaktoren und zuletzt manche, wahrscheinlich „in statu nascendi“ stehende Anpassungsprozesse von seiten der Parasiten und der Räuber. Dies alles scheint darauf hinzuweisen, daß der Schädling die Fähigkeit zum Massenauftreten auf den ausgedehnten Waldflächen erst vor kurzer Zeit erworben hat. Diese Ansicht könnte durch die schwache Vermehrungspotenz der Kieferngespinstblattwespe — Weibchen legen kaum 30 bis 40 Eier, die Eonymphen überliegt etwa zwei Jahre — erklärt werden, hiezu kommt das Fehlen wirksamer natürlicher Feinde.

#### DISKUSSION

E. TEMPLIN: Seit drei Jahren tritt *A. nemoralis* auch an der Neisse in der Nähe von Forst auf. Befallsfläche etwa 40 ha, durchschnittliche Bevölkerungsdichte 80 Larven/ha. Die Larven überliegen zum zweitenmal.

# UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN EINFLUSS DES REGENERATIONS- UND REIFUNGSFRAßES VON *BLASTOPHAGUS PINIPERDA* L. (COLEOPTERA, SCOLYTIDAE) AUF DEN ZUWACHS EINES JUNGEN KIEFERNBESTANDES

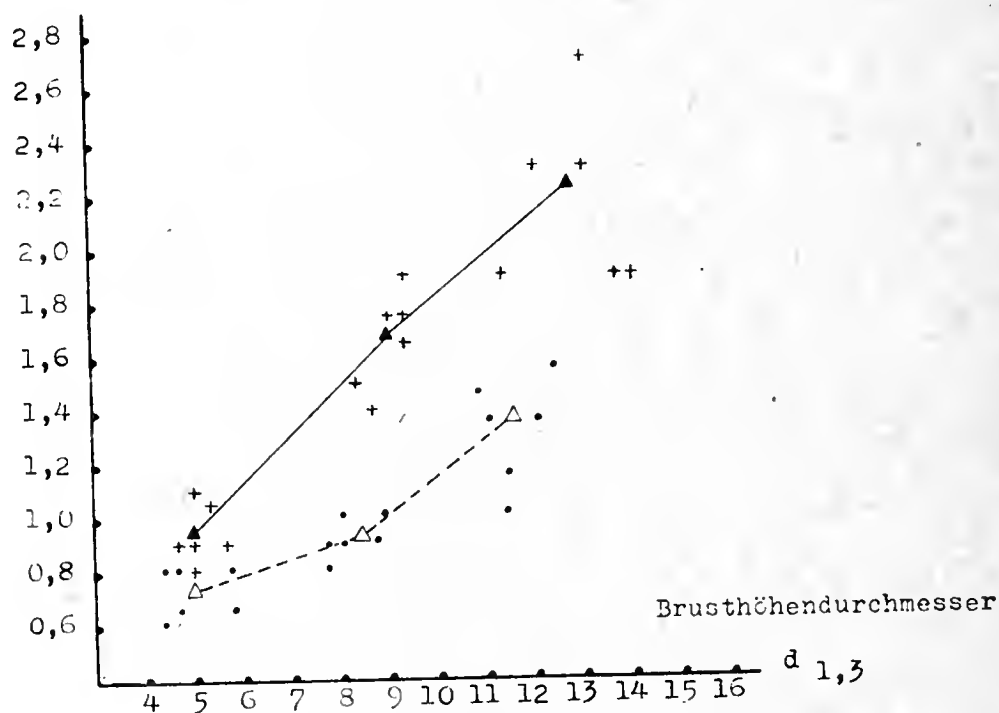
J. MICHALSKI und Z. WITKOWSKI, Polen

Der Verlauf des Zuwachses in Kiefernbeständen ist von einer Vielheit von Faktoren, wie der Bodenbeschaffenheit, dem Klima, den jährlichen Witterungsverhältnissen und der Bewirtschaftung usw. abhängig. Entscheidend für den Verlauf des Zuwachses kann auch das Auftreten primärer oder sekundärer Schädlinge sein. Als Schädling kommt in Polen besonders der große Waldgärtner *Blastophagus piniperda* L. in Frage, besonders deshalb, weil der Reifungsfraß bzw. Regenerationsfraß als ausgesprochen primärer Schaden zu werten ist, und umso bedeutender wird, je jünger die vorhandenen Bestände sind.

Besonders gefährdet sind Kiefernbestände und Jungwüchse in der Nähe der Lagerplätze von Sägewerken, da von diesen alljährlich riesige Mengen von Jungkäfern ausfliegen und so zu einer chronischen Bedrohung der umliegenden Kiefernbestände werden. Unter diesen Umständen kann es in Jungwüchsen zu einer vollständigen Hemmung des Holzmassenzuwachses und zu bedeutenden Verunstaltungen der Kiefernkronen kommen.

Brusthöhendurchmesserzuwachs

$\Delta d$

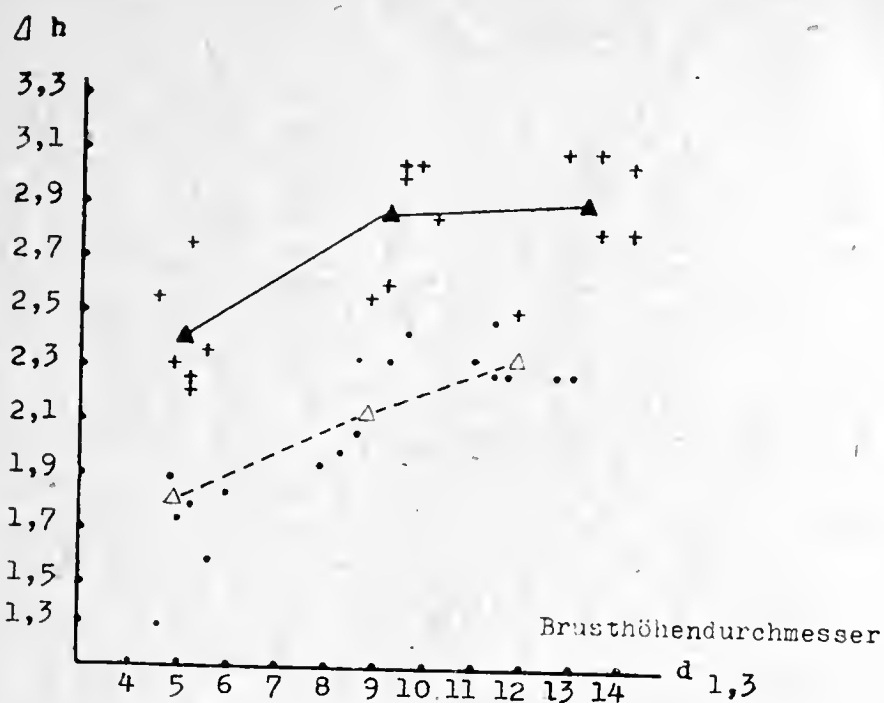


- +++ Werte des Brusthöhendurchmesserzuwachses der Probestämme in den Durchmesserklassen des nicht angegriffenen Bestandteiles.
- ▲▲▲ Durchschnittswerte des Brusthöhendurchmesserzuwachses der Probestämme in den Durchmesserklassen des nicht angegriffenen Bestandteiles.
- Kurve des Brusthöhendurchmesserzuwachses der Probestämme in den Durchmesserklassen des nicht angegriffenen Bestandteiles.
- ... Werte des Brusthöhendurchmesserzuwachses der Probestämme in den Durchmesserklassen des angegriffenen Bestandteiles.
- ΔΔΔ Durchschnittswerte des Brusthöhendurchmesserzuwachses der Probestämme in den Durchmesserklassen des angegriffenen Bestandteiles.
- Kurve des Brusthöhendurchmesserzuwachses der Probestämme in den Durchmesserklassen des angegriffenen Bestandteiles

Abb. 1.



Höhenzuwachs



- +++ Werte des Höhenzuwachses der Probestämme in den Durchmesser-  
klassen des nicht angegriffenen Bestandteiles.
- ▲▲▲ Durchschnittswerte des Höhenzuwachses der Probestämme in den  
Durchmesserklassen des nicht angegriffenen Bestandteiles.
- Kurve des Höhenzuwachses der Probestämme in den Durchmesser-  
klassen des nicht angegriffenen Bestandteiles.
- ... Werte des Höhenzuwachses der Probestämme in den Durchmesser-  
klassen des angegriffenen Bestandteiles.
- ΔΔΔ Durchschnittswerte des Höhenzuwachses der Probestämme in den  
Durchmesserklassen des angegriffenen Bestandteiles.
- Kurve des Höhenzuwachses der Probestämme in den Durchmesser-  
klassen des angegriffenen Bestandteiles.

Abb. 2

Bei intensivem Reifungs- bzw. Regenerationsfraß verwenden die beschädigten Stämme ihre Reservestoffe zur Erzeugung neuer Triebe, wogegen der Massenzuwachs zurückbleibt. Zur Erhebung des Zuwachsverlustes infolge des Reifungs- bzw. Regenerationsfraßes des großen Waldgärtners wurde im Jahre 1952 ein Versuchsbestand in der Nähe eines Sägewerkslagerplatzes im Bezirk Poznań ausgewählt und mit den laufenden Messungen begonnen. Bereits bei Versuchsbeginn waren in dem Bestand zahlreiche Wipfeltriebsbrüche zu bemerken, während andere Schädlinge nicht nachweisbar waren. In den folgenden Jahren, 1953—1959, nahm die Bevölkerungsdichte des großen Waldgärtners ständig zu, wodurch sich die Deformierungen der Kronen ständig verstärkten, die Kronenspitzen zu besen- oder pinselartigen Gebilden verunstaltet wurden und die Abbrüche sich von Jahr zu Jahr vermehrten. Diese Abbrüche erreichten oft eine Länge von 30 cm und einen Durchmesser von mehr als einem Zentimeter und an der Bruchstelle fanden sich oft viele vom Waldgärtner angenagte Fraßstellen.

Ein weiterer Hinweis für die Bevölkerungszunahme ergab sich durch die ständig größer werdende Zahl der an der Stammbasis überwinterten Käfer, die im Jahre 1958 dazu führte, daß sich an den Wurzelanläufen der Jungwüchse ganze Bohrmehlhaufen bildeten.

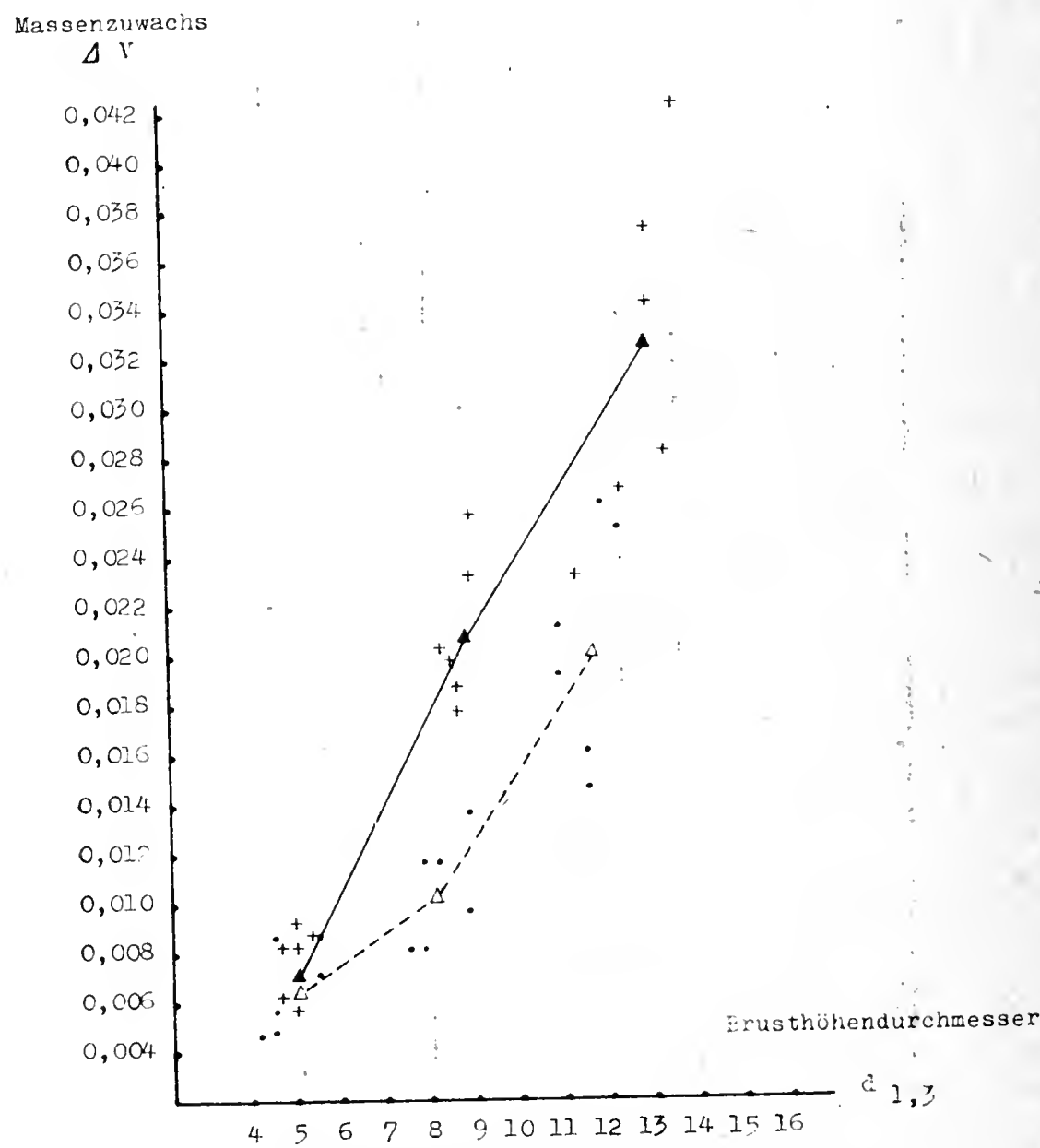
Ein drittes Anzeichen der ohne Unterbrechung andauernden Vermehrung der Käfer im Bestand zeigte sich im Jahre 1956 durch die immer größer werdende Zahl von Einbohrlöchern des Waldgärtners an den Stämmen. Diese Einbohrlöcher bzw. Harztrichter des Waldgärtners wurden im Jahre 1956 und 1959 in Probestämmen zusammengezählt. Die diesbezüglichen Werte sind aus der Tabelle 1 zu ersehen.

Tabelle 1

Anzahl der kontrollierten Bäume		Anzahl der Einbohrlöcher auf den Stämmen		Durchschnittszahl der Einbohrlöcher auf einem Baum	
1956	1959	1956	1959	1956	1959
619	585 <sup>1</sup>	4097	9499	6,6	16,2

<sup>1</sup> Nach Abzug des Trockenholzes.

Diese Auszählungen ergaben ferner die Tatsache, daß sich das Ausbreitungsgebiet der Kronenbeschädigungen mit den Angriffen des Käfers auf die Stämme nicht deckte und die ersteren sich tiefer in den Bestand hinein erstreckten als die letzteren. Stärkere



- +++ Werte des Massenzuwachses der Probestämme in den Durchmesserklassen des nicht angegriffenen Bestandteiles.
- ▲▲▲ Durchschnittswerte des Massenzuwachses der Probestämme in den Durchmesserklassen des nicht angegriffenen Bestandteiles.
- Kurve des Massenzuwachses der Probestämme in den Durchmesserklassen des nicht angegriffenen Bestandteiles.
- ... Werte des Massenzuwachses der Probestämme in den Durchmesserklassen des angegriffenen Bestandteiles.
- ΔΔΔ Durchschnittswerte des Massenzuwachses der Probestämme in den Durchmesserklassen des angegriffenen Bestandteiles.
- Kurve des Massenzuwachses der Probestämme in den Durchmesserklassen des angegriffenen Bestandteiles.

Abb. 3

Deformierungen der oberen Kronenteile und der Wipfeltriebe fanden sich in der Zeit von 1953 bis 1956 bis zu einer Tiefe von 50 m, im Jahre 1959 waren diese um weitere 40 m in das Bestandesinnere vorgeschritten.

Zur zahlenmäßigen Untersuchung der Zuwachsverluste, Durchmesser, Höhen- und Massenzuwachs, in der Zeit von 1953 bis 1959 wurden je drei 4 Ar große Probeflächen in zwei Teilen des Bestandes mit entsprechenden Kontrollflächen ausgewählt und Bedacht darauf genommen, daß die Standortverhältnisse, das Alter der Bestände und die Bewirtschaftungsart die gleichen waren. Bei der Berechnung des Massenzuwachses bediente man sich der Probestammethode. Alle Stämme auf jeder Probefläche wurden in drei Durchmesserklassen eingeteilt und in eine gleiche Zahl von Durchmesserstufen. In jeder der Klassen wählte man je zwei Probestämme auf Grund der Brusthöhendurchmesser, und auf jeder Probefläche fällte man je sechs solcher Stämme.

Die durch den Befall des großen Waldgärtners verursachten Zuwachsverluste gehen aus den Diagrammen 1—3 klar hervor.

Zusammenfassend ergab sich folgendes:

Der Brusthöhendurchmesserzuwachs verminderte sich in den Befallsflächen um 0,51 cm oder 34,4%, der Höhenzuwachs ging um 0,67 m oder 24,6% zurück und der Massenzuwachs verringerte sich um 0,0078 Festmeter oder 38,6%. Alle gewonnenen Werte sind statistisch gesichert und die diesbezüglichen Berechnungen liegen in unserem Institut auf. (Lehrstühle f. Forstschutz u. Holzmeßkunde d. Landw. Hochschule in Poznań.)

Der Massenzuwachs auf einer Fläche von 0,12 ha war um 4,01 Festmeter geringer als in den Kontrollflächen. Auf 1 ha und eine Vegetationsperiode umgerechnet ergibt sich dadurch ein Verlust von 5,57 Festmeter oder 35,2%. In allen Befallsflächen betrug der Verlust an Derbholzmasse jährlich 11%. Auf die einzelnen Jahre berechnet, war die Verminderung des Durchmesserzuwachses in der Zeit von 1956 bis 1958 größer als jener von 1953 bis 1955 und betrug 0,06 cm gegenüber den 1953—1955 berechneten 0,017 Festmeter. Andererseits war die Differenz im Höhenzuwachs in dem zweitgenannten Abschnitt etwas kleiner, und zwar 0,08 m. Letztere Tatsache erklärt sich dadurch, daß nach besonders starker Fraßtätigkeit die Wipfeltriebe im nächsten Jahr stärker antreiben. Da die Schwankungen des Höhenzuwachses weniger die Masse beeinflussen als solche im Durchmesserzuwachs, war der Massenzuwachs im zweiten Zeitabschnitt größer als in den ersten drei Jahren.

## ZUR BIOLOGIE DES CRYPTORRHYNCHUS LAPATI L. (COLEOPTERA, CURCULIONIDAE) IN JUGOSLAWIEN

SVETISLAV ZIVOJINOVIĆ, Jugoslawien

Manuskript nicht eingelangt.

### ABSTRAKT

Dreijährige Untersuchungen (1957 bis 1959) über die Biologie von *Cryptorrhynchus lapati* L. an Korbweiden (*Salix viminalis*, *S. americana* und andere) in der pannonischen Ebene (Woiwodina) ergaben folgende Tatsachen:

Das Schwärmen beginnt im letzten Drittel des Juni, endet Anfang Juli und dauert im ganzen etwa 20 Tage. Die Imagines benagen das ganze Leben hindurch Weidenschößlinge, im Laboratorium wurden sie erfolgreich mit Karotten gefüttert.

Die letzten Imagines wurden im Freiland am 14. November gefunden. Von diesen gingen unter Freilandbedingungen die letzten am 9. Dezember ein. Im Laboratorium betrug die Lebensdauer von 26 bis 295 Tagen. Die Kopula fand frühestens 10 Tage nach dem Schlüpfen statt. Man fand kopulierende Paare den ganzen Tag, am häufigsten zwischen 18 und 19 Uhr.

Die Eiablage ist sehr in die Länge gezogen, im Laboratorium fand eine solche, unter natürlichen Bedingungen, bis zum 4. November statt, bei Zimmertemperatur bis zum 20. Dezember. Die mittlere Zahl der abgelegten Eier betrug 120 Stück. Die Embryonalentwicklung dauerte von 11 bis 34 Tage. Ungefähr 4% der Individuen überwinterten im Eistadium. Die Embryonalentwicklung im Freiland beginnt im März. Die ersten Larven aus der laufenden Eiproduktion schlüpften am 3. Juli. Gleich nach dem Schlüpfen fertigt die Larve unter der Rindenepidermis eine Wiege, verstopft den Ausgang mit Nagespänen und verharrt in einer Diapause bis zum Ende des nächsten Winters. Mit Eintritt der warmen Witterung werden die Larven aktiv, nagen zuerst geschlängelte, 10 bis 15 mm lange Gänge unter der Rinde und später 6 bis 12 cm lange Gänge im Holz und häuten sich dreimal. Ende Mai ist die Entwicklung abgeschlossen. Das Puppenstadium dauert 10 bis 14 Tage.

## EINE BIOLOGISCHE ANPASSUNG DES SCHWAMMSPINNERS (*LYMANTRIA DISPAR* L.)

D. STEFANOV †

Lehrkanzel für Forstschutz am Forsttechnischen Institut in Sofia

Während der letzten Gradation des Schwammspinners *Lymantria dispar* L., 1954—1957 in Bulgarien, trat ein nicht erwarteter plötzlicher Rückgang in der Bevölkerungsdichte ein. Eine Untersuchung im Herbst 1956 zeigte, daß die Kalamität sich über 40.000 ha Laubwälder (Hoch- und Niederwald), vorwiegend Eichenbestände ausgebreitet hatte. Die von den weiblichen Schmetterlingen an den Baumstämmen abgelegten Eier schienen gesund und man erwartete, daß die Gradation im Frühjahr 1957 in voller Eruption sein würde. Diese Erwartung erfüllte sich nicht und im Frühjahr war ein Rückgang in der Bevölkerungsdichte zu bemerken, der sich über das ganze Land erstreckte und später wurde kein Raupenfraß festgestellt.

Untersuchungen der Lehrkanzel für Forstschutz am Forsttechnischen Institut in Sofia ergaben ferner zwei Ausnahmen in dieser rückläufigen Bewegung, einmal in einem Herd auf der Insel Wardim bei der Stadt Swischtow und zum anderen in den Pappel- und Weidenbeständen an der Donau nahe der Stadt Russe. In diesen beiden Herden entwickelte sich die Kalamität weiter und dies veranlaßte uns nach den Widerstandsfaktoren des Rückganges im übrigen Lande zu forschen bzw. das Andauern der Kalamität in den zwei genannten Herden zu klären.

Wie bekannt, haben die abiotischen Faktoren, in erster Linie die Temperatur, für die Entwicklung und das Überleben eines Schädlingss ausschlaggebende Bedeutung. So ist eine Temperatursumme von 110°C notwendig, um das Schlüpfen der jungen Schwammspinner-Raupen aus dem Ei auszulösen, wobei außerdem eine durchschnittliche Tagestemperatur von 6°C verwirklicht sein muß. Diese Minimaltemperatur war in den meisten Gebieten des Landes bereits in der ersten Dekade des Monates April 1957 erreicht, in den am stärksten befallenen Beständen in der Umgebung der Stadt Wraza bereits am 7. April. Dementsprechend war das Schlüpfen der Eirauen in der Zeit vom 5. bis 10. April im ganzen Lande in vollem Gange. Gerade in dieser Zeit, als die jungen Raupen die Spiegel verließen und mit dem Fraß an den Blättern begannen, kam es zu einem kräftigen Temperaturrückgang, der von andauernden Niederschlägen begleitet war. Dieser Temperatursturz ist aus der Tabelle Nr. 1, in der die Tagestemperaturen und Nieder-



Tabelle 1

Temperatur und Niederschläge im Monat April nach Angaben der meteorologischen Stationen der Städte Wraza, Swischtow und Russe

	Wraza				Swischtow				Russe			
	1956		1957		1956		1957		1956		1957	
	Temp. °C	Nied. schl. mm	Temp. °C	Nied. schl. mm	Temp. °C	Nied. schl. mm	Temp. °C	Nied. schl. mm	Temp. °C	Nied. schl. mm	Temp. °C	Nied. schl. mm
1	11,4	—	7,9	—	13,4	—	10,0	—	12,6	—	9,6	—
2	10,2	—	9,4	—	12,6	—	8,6	—	11,3	—	9,7	—
3	8,6	1,8	11,7	—	9,6	—	12,0	—	9,9	20,4	11,9	—
4	10,9	—	12,0	—	13,4	—	12,2	—	12,5	—	12,9	—
5	13,0	—	11,9	—	15,3	—	12,7	—	15,1	—	13,7	—
6	5,0	8,6	12,1	—	7,2	—	13,1	—	7,6	4,8	13,3	—
7	4,2	2,9	13,9	—	3,0	5,2	15,2	—	3,4	7,0	14,2	—
8	1,4	—	14,0	—	1,8	4,8	14,3	—	2,4	6,5	15,6	—
9	2,7	—	12,2	—	3,4	5,6	13,0	—	4,3	1,6	12,7	—
10	8,8	—	12,7	3,0	8,4	—	11,8	1,0	8,6	—	11,8	1,6
	76,2	13,3	117,8	3,0	88,1	15,6	122,9	1,0	87,7	49,3	125,4	1,6
11	12,3	—	19,4	—	14,8	—	20,8	—	13,0	—	19,1	—
12	12,4	—	14,1	1,0	15,4	—	14,6	—	15,0	—	14,6	0,2
13	13,6	—	12,3	4,6	15,4	—	15,8	3,5	15,6	—	15,6	2,8
14	15,0	—	7,2	0,1	17,0	—	9,8	—	17,5	—	8,5	—
15	18,3	—	4,0	10,1	18,3	—	7,8	—	18,1	—	8,2	—
16	20,3	—	1,3	17,4	21,4	—	1,9	15,0	20,6	—	2,7	17,3
17	22,4	—	4,4	7,6	23,2	—	4,1	18,0	23,9	—	4,0	16,9
18	17,7	—	6,4	0,3	19,0	—	7,9	1,2	19,7	—	9,0	2,8
19	17,3	—	5,9	1,8	19,0	—	8,4	—	19,2	—	9,5	—
20	13,9	0,4	9,7	5,9	15,4	2,0	9,8	—	14,3	3,0	10,4	—
	163,2	0,4	84,7	48,8	178,9	2,0	100,9	37,7	176,9	3,0	101,6	40,0
21	10,9	3,1	8,7	0,6	11,7	3,0	11,4	6,4	12,2	1,2	11,7	0,8
22	19,1	—	10,4	16,3	16,3	—	11,6	—	17,2	—	12,3	—
23	17,2	—	10,4	—	17,4	—	10,9	4,0	18,4	—	12,0	11,8
24	15,2	0,2	11,5	—	15,8	—	13,9	9,6	16,6	—	14,8	3,8
25	12,6	47,9	12,6	0,4	9,9	11,0	16,1	—	10,2	5,4	17,0	—
26	11,1	—	12,7	—	13,6	10,3	14,8	11,0	13,1	3,2	16,1	—
27	11,3	0,1	14,6	0,3	14,2	—	17,3	1,0	14,7	—	17,2	—
28	9,9	2,7	17,0	—	13,8	—	18,2	—	15,2	—	18,6	—
29	13,8	0,6	17,5	—	17,4	—	18,9	—	17,5	—	19,5	—
30	13,5	—	18,5	—	16,0	—	17,0	—	16,7	—	17,4	—
	134,6	54,6	133,9	1,3	146,1	24,3	150,1	32,0	151,8	9,8	156,6	16,4
	12,5		11,2		13,8		12,5		13,9		12,8	
	18,0		16,8		19,3		18,0		19,7		18,7	
11,6												
1916—1955												

Die Angaben der obigen Tabelle stammen von dem Hydrometeorologischen Dienst beim Ministerium für Land- und Forstwirtschaft.

schläge für alle Tage des Monates April 1956 und 1957 für die Meteorologischen Stationen der Städte Wraza, Swischtow und Russe aufgeführt sind, klar ersichtlich. Diese Stationen wurden deshalb gewählt, da ein recht starker Befall durch den Schwammspinner in der Umgebung der Stadt Wraza durch das hundertprozentige Eingehen der Raupen im Frühjahr 1957 zusammenbrach, während in der Nähe von Swischtow und in der Umgebung von Russe die Entwicklung normal weiterlief. In Wraza betrug die Temperatursumme in der ersten Dekade des April 1957 117,8° C, die Niederschlagsmenge 31 mm, in der zweiten Dekade 84,7° C bzw. 48,8 mm. Die durchschnittliche Tagestemperatur am 11. April 1957 betrug 19,4° C, sank dann aber bis zum 15. April auf 4,0° C mit Niederschlägen von 10,1 mm und am 16. April sogar 1,3° C mit 17,4 mm. Auch im weiteren Verlauf bis zum 23. April blieb die Temperatur noch immer tief, von 4,4° C bis 10,4° C, und erst am 28. April stieg sie wieder auf 17,0° C an.

Mit kleinen Abweichungen waren die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse auch in allen anderen Bezirken, in denen eine Eruption der Schwammspinner-Gradation erwartet wurde, dieselben. Offensichtlich war das plötzliche Absinken der Temperatur bis beinahe Null Grad Celsius, gerade in dem Augenblick, als die Raupen ein besonders hohes Wärmebedürfnis benötigten, über 15,0° C, die Ursache des Zusammenbrechens der Gradation in weiten Gebieten Bulgariens. Die großen Niederschlagsmengen während der genannten Zeit dürften das Eingehen der jungen Raupen noch gefördert haben. Einen gewissen Anteil an der Mortalität der Raupen hatte auch die Polyederkrankheit, die in einigen Gegenden des Landes festgestellt wurde, aber möglicherweise nur als Folgeerscheinung.

Nach den meteorologischen Daten über Temperatur und Niederschläge hätte man auch in den beiden als Ausnahmefälle zitierten Herden mit einer verstärkten Mortalität der Schwammspinner-Raupen rechnen müssen. Da dies nicht eintrat, mußten andere Faktoren den Temperaturrückgang ausgeglichen haben.

Wie bekannt, legen die Schwammspinner-Weibchen ihre Eier am häufigsten an die unteren Teile der Baumstämme ab und ziehen dabei verstecktere Stellen vor. Wo Weidenbäume Luftwurzeln besitzen, wie es im Befallsherd bei Russe der Fall war, waren gerade die Innenseiten dieser Luftwurzeln besonders stark belegt. Wir haben bis zu 150 Gelege an dem mit Luftwurzeln bedeckten Anteil der Weidenstämme gezählt.

Die am Stammfuß der Eichen und Pappeln und an den Luftwurzeln der Weiden abgelegten Eihäufchen sind beim Steigen des Donauwassers oft einer Überschwemmung ausgesetzt. Eine solche Überschwemmung in den beiden genannten Herden im Frühjahr 1957 verzögerte das Schlüpfen der Eiraupen des Schwammspinners in der temperaturmäßig ungünstigen Zeit, wodurch die Gradation den Fortgang nahm. Die Weiden- und Pappelbestände bei Russe entlang der Donau waren 10—15 Tage überschwemmt, und als der Wasserstand nachließ, um den 20. April, war die Gefahr einer temperaturbedingten Mortalität bereits vorüber. Die auf solche Weise später geschlüpften Raupen entwickelten sich normal, die Parasiten (*Apanteles porthetria* Mues., *Sturmia scutellatus* RD., *Parasitigena silvestris* RD., *Compsilura concinata* Mg.) im beschränkten Ausmaß, mit Eingängen bis zu 10%, und die Gradation nahm ihren Fortgang.

Im Herbst 1959 fanden wir wieder ungemein große Mengen von Eispiegeln, bis zu 180 Stück, an Weiden mit Luftwurzeln. An 50 mitgenommenen Eispiegeln stellten wir im Laboratorium fest, daß die durchschnittliche Zahl der Eier je Spiegel 572 Stück, die kleinste 467 und die größte 814 betrug. Davon erwiesen sich 78% der Eier als vollkommen gesund, 8% durch *Dermestes erichsoni* vernichtet und 6% als erkrankt.

Ganz anders war das Bild der Gradation auf der Insel Wardim bei Swischtow. Auf dieser Insel stockt die sogenannte Wardimer Eiche, *Quercus pedunculiflora*, auf einer Fläche von etwa 320 ha.

Im Frühjahr 1956 war dieser Bestandeskomplex durch den Schwammspinner stark befallen und für das Frühjahr 1957 erwartete man die Eruption. Völlig unerwartet überschwemmte die Donau die Insel bereits im November 1956, und die rückläufige Bewegung des Wasserstandes ergab sich erst im Juni des folgenden Jahres. Ende Juni konnten nur wenige Schwammspinner-Raupen beobachtet werden und bemerkbare Schäden fehlten. Die sich aus den Raupen entwickelten Falter waren in ihrer Eiproduktion gehemmt, je Eispiegel ergaben sich nur bis 200 Eier, und die Vitalität derselben war herabgesetzt. Die Gradation erlosch im Jahre 1958. Es lag auf der Hand, daß die unter dem Wasserspiegel sich befindenen Eier schwer gelitten hatten und nur jene in den oberen Stammteilen, also die nicht überschwemmten oder nur kurze Zeit unter Wasser gestandenen, Raupen ergeben haben.

Diese Beobachtungen bestätigten die von Iljinskij gemachten Untersuchungen, wonach „das Schlüpfen der Schwammspinner-Raupen in den Auwäldern bei längeren Überschwemmungen unterbunden wird“.

Um diese Beobachtungen nachzuprüfen wurde ein Laborversuch angestellt.

Schwammspinner-Eispiegel wurden in Glaszylinder, die mit Wasser gefüllt waren, eingebracht und in der Zeit vom 20. Februar bis 1. April 1960 beobachtet. Alle fünf Tage wurde ein Teil der unter Wasser gehaltenen Eispiegel herausgenommen und in einem Thermostaten bei 20°C weiter beobachtet. Der Gesundheitszustand solcher Eier war bei einer Benetzung bis zu zehn Tagen fast normal (90%), fiel dann schnell ab und nach 30 Tagen schlüpften nur mehr 5% der Eier je Spiegel.

Dieser kleine Versuch hat nur eine orientierende Bedeutung, weil in der Natur auch andere Faktoren zur Wirkung kommen. Als solche kommen in Frage:

1. Fließendes Wasser ist sauerstoffreicher und sichert bis zu einem gewissen Grad die Atmung der Eiräupchen in der Eischale.
2. Die Temperaturschwankungen im Freiland sind auch im Wasser der Überschwemmungsgebiete bedeutend, was zweifellos einen Einfluß auf die in den Eischalen sich befindenden Raupen ausübt. Im Laboratorium dagegen, bei Temperaturen zwischen 18°C und 20°C, wird die Entwicklung der Raupen zweifellos beschleunigt, wodurch möglicherweise die Vitalität derselben herabgesetzt wird.

Damit ist ein weiterer Beitrag über die Wirkung abiotischer Widerstandsfaktoren auf die Entwicklung des Schwammspinner mitgeteilt.

#### LITERATURVERZEICHNIS

ILJINSKIJ, A. J. Neparnij schelkoprad i meri borbi s nim. (Der Eichenschwammspinner und Maßnahmen zu seiner Bekämpfung.) 1959. — STEFANOV, D., KEREMIDTSCHIEW, M. und WUTOW, W. Jzsledwane gradatiite na gabotworkata (*Lymantria dispar* L.) i prastenotworkata (*Malacosoma neustria* H.) u nas i ostanowjawane na technite pritchini. (Untersuchung der Gradationen des Schwammspinner und des Ringelspinner und deren Ursachen.) Wissenschaftliche Arbeiten des Forsttechnischen Instituts in Sofia, Bd. VI, 1958. — OLDIGES, H. Der Einfluß der Temperatur auf Stoffwechsel und Eiproduktion von Lepidopteren. — Zeitschr. f. angew. Entomologie, H. 2, 1959.

#### DISKUSSION

M. MAKSIMOVIĆ: Bei uns in Jugoslawien fand zu derselben Zeit, wie STEVANOV erwähnt, ebenfalls eine Gradation des Schwammspinner statt, die zu riesigen Verheerungen führte. Bei uns dauert das Schlüpfen der Eirauen von 20 bis 40 Tagen, mit einem Maximum nach 9 bis 11 Tagen.

# EINIGE NEUE ERKENNTNISSE ÜBER DIE BIONOMIE DES GEMEINEN NUTZHOLZBORKENKÄFERS *TRYPODENDRON LINEATUM* OLIV. UND IHRE ANWENDUNG IN DER FORST- UND HOLZWIRTSCHAFT

VLADIMÍR NOVÁK

Forschungsanstalt für Forstwirtschaft und Jagdwesen, Strnady bei Prag

In der Tschechoslowakei sowie in anderen Ländern wurde in den letzten zehn Jahren ein erhöhter eiserner Bestand des Nutzholzborkenkäfers *Trypodendron lineatum* Oliv. festgestellt. Diese Vermehrung schloß sich an die abklingende Buchdruckerkalamität an, bei der in den Nadelholzbeständen eine große Menge von Fangbäumen gelegt worden waren. Die regelmäßig in den Beständen gelagerten unentrindeten Fangbäume boten günstige Bedingungen für die Entwicklung der Nutzholzborkenkäfer und diese wurde durch Maßnahmen gegen andere sich im Bast entwickelnde Borkenkäferarten nicht in Mitleidenschaft gezogen. Aus diesem Grunde wurde es notwendig, die Vorbeugungs- und Bekämpfungsmaßnahmen zu überprüfen und Vorkehrungen gegen die langsam steigende Population des *Trypodendron lineatum* zu ergreifen.

Bei uns lagen keine Erfahrungen über die Bekämpfung der Nutzholzborkenkäfer vor, in der Auslandsliteratur fanden sich keine einheitlichen diesbezüglichen Angaben, und so waren wir gezwungen, systematische Untersuchungen anzustellen. Als Vorbedingung für die Entwicklung geeigneter Vorbeugungsmethoden war vor allem die Überprüfung der Bionomie des Nutzholzborkenkäfers unter unseren Bedingungen notwendig.

Unsere Untersuchungen wurden in den Jahren 1956—1959 in den Fichtenmonokulturen eines Gebirgsplateaus, Seehöhe rund 800 m, in der Nähe von Mariánské Lázně (Marienbad) durchgeführt. Im Laufe der vierjährigen Versuche kamen wir zu verschiedenen interessanten Erkenntnissen, von denen nur einige mit den Literaturangaben übereinstimmten. Da manche von diesen Ergebnissen auch anderwärts Geltung haben könnten, erlaube ich mir, sie kurz mitzuteilen.

Überraschenderweise fanden wir einen sehr niedrigen Reproduktionskoeffizienten. Wir gingen dabei von den Analysen der Brutbilder nach Beendigung der Entwicklung aus und vernachlässigten bewußt den Abgang an Imagines im Laufe der Überwinterung. Die durch die Analyse von fast 2200 Brutbildern aus verschiedenem Material und in verschiedenen Jahren ermittelten Reproduktionskoeffizienten bewegten sich zwischen 0,5—2,9 und erreichten im Durchschnitt rund 1,5. Noch niedriger waren die Werte, die auf Grund der Analyse der Stockproben gewonnen wurden. In diesen war die Entwicklung sehr oft erheblich gehemmt und die Reproduktionskoeffizienten sanken unter 1,0, so daß z. B. fast 700 Analysen ein gewogenes arithmetisches Mittel des Reproduktionskoeffizienten von 0,98 ergab. Diese Tatsachen erklären das langsame Ansteigen der Bevölkerungsdichte des Nutzholzborkenkäfers im Vergleich zu anderen Borkenkäfern und ebenso, daß die Gefahr einer Massenvermehrung bei der Beachtung des Schlagabraumes und der Stöcke praktisch nicht gegeben ist.

Die in der Weltliteratur allgemein übernommene Angabe von Beling (1873), wonach je Weibchen 20—50 Eier abgelegt werden, traf in unserem Versuchsgebiet nicht zu. In mehr als 70% der Fälle beobachteten wir höchstens 15 Einischen je Brutbild, im Durchschnitt nur 12. Die Mortalität im Laufe der weiteren Entwicklung — am höchsten im Eistadium und bei den jüngsten Larvalstadien — sank nur selten unter 50 v. H. und betrug meist 70%. Leider konnte nicht festgestellt werden, welche Umweltfaktoren dafür verantwortlich waren. Von Bedeutung bleibt, daß die Zahl der aus einer Kolonie sich entwickelnden neuen Imagines nicht zehn Käfer beträgt wie dies Hadorn (1933)



meldete, sondern meist nur einige Einzeltiere, und im gewogenen arithmetischen Mittel von 2192 durchgeführten Analysen nur einen Wert von 2,94, d. s. 3 Imagines, ergab. Wir gingen dabei von den Analysen der Brutbilder nach Beendigung der Entwicklung aus, wobei der Abgang an Imagines im Laufe der Überwinterung bewußt vernachlässigt wurde.

Und nun zur Problematik der Generationszahlen. Obwohl schon Hadorn (1933) überzeugende Beweise für eine einzige Generation des Nutzholzborkenkäfers im Laufe eines Jahres aufführte, fanden wir in der neueren Literatur — und nicht selten — Angaben über eine doppelte Generation, die sich auf persönliche Beobachtungen einiger Autoren stützten. Man spricht auch vom Schwärmen des Nutzholzborkenkäfers im Laufe des Sommers. Diese strittigen Fragen konnte man nicht übersehen und unsere vorläufigen Aufzeichnungen aus mehreren Örtlichkeiten zeigten, daß man noch im Juli, sogar im August und später mit einem schwächeren Schwärmen des Nutzholzborkenkäfers rechnen muß. Wir widmeten dieser Frage unsere besondere Aufmerksamkeit, da sie für den chemischen Holzschutz gegen diesen Schädling sehr wichtig ist.

Schon bei der Verfolgung der Entwicklung des Käfers und der Brutpflege fanden wir, daß zuerst die Männchen, später die Weibchen die Kolonien verließen. Das Maximum des Schwärmens wurde gewöhnlich in der zweiten Hälfte Juni und Juli erreicht, also in einer Zeit, wenn auf den Stöcken und anderem unentrindeten Nadelholzmaterial neue Einbohrlöcher zu beobachten waren. Die anatomischen Untersuchungen der Eiröhren der „spätschwärmenden“ Weibchen bestätigten, daß dies nicht junge, sondern alte Weibchen waren, die, wie andere Borkenkäfer, wie z. B. der bekannte Fichtenborkenkäfer *Ips typographus* L., die Eiablage wiederholen und so die Entstehung der sogenannten Geschwisterbruten verursachen. Diese Tatsache wurde experimentell sowohl im Labor als auch in Zuchtkäfigen im Freiland bewiesen. Überraschend war, daß nur ein kleiner Teil der Weibchen zu einer zweiten Brut schritt, etwa 5—10 v. H. Geschwisterbruten des *Ips typographus* L. sind unter anderem seit längerer Zeit eine bekannte Tatsache. Es scheint, daß im Freien dieser Prozentsatz höher ist als unter Laboratoriumsbedingungen. Wenn auch die wiederholte Eiablage nach unseren Untersuchungen relativ schwächer als die erste im Frühjahr ist, darf man diese Spätschwärmer weder vernachlässigen noch unterschätzen und sie nicht mit den Nutzholzborkenkäfern verwechseln, die die Brutstätte wegen sich ändernder Umweltbedingungen wieder verlassen.

Die jungen Käfer sind in den Sommermonaten mit dem Reifungsfraß beschäftigt. Die anatomische Untersuchung der Gonaden solcher Jungkäfer ergab, daß sie nicht fähig sind eine neue Generation zu gründen. Verschieden lang andauernder Reifungsfraß führte zu verschieden fortgeschrittener Geschlechtsreife der Männchen und Weibchen vor dem Verlassen der Brutstätte. Auch bei den im Boden überwinternden Weibchen konnten in den Eiröhren niemals legereife Eier gefunden werden. Solche fanden sich erst, wenn sich die Weibchen zur Brut eingebohrt hatten, der radiale Eingangstollen beendet war und die Anlage des eigentlichen Brutstollens begonnen hatte. Im Boden überwinternde Männchen dagegen besaßen in den Hoden bereits befruchtungsfertige Spermien.

Eine Reihe von Versuchen sollten die Frage klären, warum ein Teil der jungen Käfer schon in den heißen Sommertagen die Überwinterungsquartiere beziehen. Aus den Überwinterungsquartieren entnommene Käfer, auf geeignetes Brutmaterial angesetzt, verließen dieses bald wieder und suchten den Boden auf, wohl im Zusammenhang mit der negativen Phototaxis in diesem Entwicklungsstadium. Solche Käfer verblieben auch im Boden, wenn die Temperaturen 24—25°C erreichten und gingen dann ein. Erst Imagines, die im Dezember aus dem Boden entnommen wurden, d. i. nach Eintritt des Frostes, begannen mit der Gründung der neuen Generation. Weibchen, im Sommer aus den Winterquartieren entnommen, legten Eier erst nach 3½ monatlichem Aufenthalt

im Kühlschrank bei einer konstanten Temperatur von  $4^{\circ}\text{C}$  ab. Diese Versuche, ergänzt durch regelmäßige anatomische Untersuchungen über die Entwicklung der Eiröhren und Hoden, zeigten, daß es sich hier um eine Diapause handelt, die im Zusammenhang mit der Eientwicklung steht. Hier handelt es sich also um eine sogenannte gonotropische Dissoziation, die erst nach Unterschreitung einer bestimmten Temperatur beseitigt wird, bei uns etwa im Dezember bis Jänner. Im Frühjahr erscheinen die überwinterten Käfer nach Erwärmung des Bodens auf etwa  $8\text{--}10^{\circ}\text{C}$ , was ungefähr einem Tagesmaximum über  $16^{\circ}\text{C}$  und einem Minimum nicht unter  $0^{\circ}\text{C}$  entspricht.

Meines Erachtens sind diese Feststellungen ein völlig hinreichender Beweis, daß der Nutzholzborkenkäfer nur eine Generation im Jahre durchläuft.

Und nun noch einige Beobachtungen über die Überwinterung dieses Holzschädlings. Die Geburtsstätten werden von den jungen Käfern im Juli, häufiger im Laufe des August verlassen. Im September und später, oft bis Ende Oktober, folgen ihnen die Imagines der Geschwisterbruten. Geeignete Überwinterungsstellen waren die lockere Bodendecke im Walde, auf Sägewerken und Holzlagern Sägemehlschichten in unmittelbarer Nähe der Geburtsstätten. Mit Rücksicht darauf, daß Holzlager im Walde in der Regel an Abfuhrwegen liegen, also an Bestandesrändern, erreichten die Käfer die Überwinterungsstellen ohne zu fliegen. In den meisten Fällen befanden sich die Überwinterungsquartiere unter oder unmittelbar in der Nähe des gelagerten Holzes. Die Populationsdichte der überwinterten Käfer schwankte von einigen Einzeltieren bis zu einigen Tausenden von Imagines pro  $\text{m}^2$ , häufiger von  $50\text{--}100$  Käfer pro  $\text{m}^2$ . Mit wachsender Entfernung von den befallenen Holzlagern sank auch die Populationsdichte rasch ab, und in einer Entfernung von einigen Metern war sie praktisch Null. Ausnahmen ergaben sich für die Überwinterung bei ungeeigneter Bodendecke. Die Meldung von Hadorn (1933), wonach überwinternde Einzeltiere in einem Umkreis bis 30 m von der Infektionsstelle gefunden wurden, konnte bei uns nicht bestätigt werden.

Die angeführten biologischen Beobachtungen, namentlich die über die Schwärmperiode und Überwinterung des Schädlings, wurden im praktischen Holzschutz berücksichtigt. Als vorbeugende Bekämpfung bewährte sich eine allseitige Bespritzung der Sägeklötze und des Rundholzes mit kombinierten Emulsionen von DDT (15%) und BHC (7%). Unsere Erfahrungen mit der oberflächlichen Behandlung der Holzlager waren nicht befriedigend, dies wohl deshalb, weil die aus den Winterquartieren allmählich erscheinenden Käfer auch Stämme im Innern der Holzlager befallen und dadurch mit den Kontaktgiften nicht in Berührung kommen. Im Innern der Lager ging die Entwicklung des Schädlings ungestört weiter, und auch die Bekämpfung an den außen liegenden Stämmen derselben war nur an der Oberfläche erfolgreich, während an der Unterseite die Käfer in ihrem Brutgeschäft nicht beeinträchtigt wurden. Der Erfolg der chemischen Bekämpfung hängt auch vom Zeitpunkt der Durchführung ab; falls das Holz im Laufe des Schwärmens behandelt wird — auf größeren Holzlagern leicht durchführbar — sterben die anfliegenden Käfer in der Regel schon bei der Durchdringung der Rinde ab und dringen nur vereinzelt in kurzen, einige Millimeter langen Radialgängen in den Splint ein. Am Ende solcher Gänge oder auf den Kontrollpapieren unter dem behandelten Holz fanden wir erhebliche Mengen von abgestorbenen Imagines, in einem Falle sogar 4300 tote Käfer pro  $\text{m}^2$ . In der forstlichen Praxis werden die Bekämpfungsmaßnahmen gegen den Nutzholzborkenkäfer oft erst nach dem Befall getroffen. Experimentell fanden wir, daß diese Notmaßnahme nur unmittelbar nach Beginn des Schwärmens erfolgreich ist, d. h. wenn die Tiefe der Radialgänge  $5\text{--}10$  mm nicht übersteigt, was etwa einer drei- bis fünftägigen Tätigkeit der Weibchen entspricht. Spätere Behandlungen sind zwecklos.

Eine zweite Bekämpfungsmethode richtet sich gegen die Imagines in der Bodendecke, also die Desinfektion des Bodens unter infizierten Holzlagern. Vor Beginn der Boden-

desinfektion ist es zweckmäßig, die Bevölkerungsdichte des Käfers mit Hilfe des von Dr. Patocka im Anzeiger für Schädlingskunde 31, 1958, pp. 81—83 geschilderten Ausleseapparates festzustellen. Die Desinfektion des Bodens erfolgt durch Begießen desselben mit einer Lösung von 5 v. H. Dinitroorthokresol und Anthrazenöle im Herbst, am besten bei nassem Wetter oder im Frühjahr in der Zeit des Tauwetters. Diese Methode ist wegen der Einfachheit der Ausführung und der relativ geringen anderen Arbeit im Walde um diese Jahreszeiten in der forstlichen Praxis besonders beliebt. Nur die Kombination beider Methoden und natürlich die Einhaltung der waldhygienischen Maßnahmen im allgemeinen können heute den erhöhten Bestand des Nutzholzborkenkäfers in die Grenzen des eisernen Bestandes zurückdrängen.

#### LITERATUR

BELING, 1873: Beitrag zur Naturgeschichte des *Bostrychus lineatus* und des *Bostrychus domesticus*. Tharändter Forstliches Jahrbuch. S. 17—43. — HADORN, 1933: Recherches sur la morphologie, les stades évolutifs et l'hivernage du *Bostryche liseré* (*Xyloterus lineatus* Oliv.). — MARTINEK (im Druck): Problém natality a gradace kůrovce *Ips typographus* L. ve střední Evropě. Rozpravy ČSAV, řada matematicko přírodních věd. — NOVÁK, 1960: Dřevokaz čárkovaný a boj proti němu. ČZN Praha. (Der gemeine Nutzholzborkenkäfer, seine Bionomie und Bekämpfung.)

#### DISKUSSION

SCHINDLER, U.: Während des Dürre-Sommers 1959 wurde von forstlichen Praktikern in Deutschland ein Einbohren von *Trypodendron lineatum* Oliv. noch im Spätsommer beobachtet und deshalb auf eine zweite Generation geschlossen. Konnten 1959 abweichende Beobachtungen gegenüber den normalen Jahren gemacht werden?

NOVÁK, V.: Ein Einbohren des Nutzholzborkenkäfers im Spätsommer wurde nicht nur während des Dürre-Sommers 1959, sondern auch in anderen Sommern beobachtet. Unsere Untersuchungen zeigten, daß es sich in solchen Fällen entweder um eine verspätete Geschwisterbrut handelt oder sich Jungkäfer, insbesondere Weibchen, in die Stöcke einbohren, kurze Radialstollen anlegen und diese aber bald wieder verlassen. Da im letzteren Falle in den Radialgängen manchmal *Monilia*-Mycelium gefunden wurde, ist es nicht ausgeschlossen, daß hier eine Fortsetzung des Reifungsfraßes von Weibchen vorliegt, die infolge ungeeignet gewordener Umweltbedingungen andernorts vertrieben wurden. Bei den Laborversuchen war es eine Allgemeinerscheinung, daß zahlreiche junge Weibchen vor dem Aufsuchen der Bodenstreu sich in das Holz einbohrten und nach Anfertigung eines kurzen, 5 bis 10 mm langen Radialstollens denselben wieder verlassen. In keinem der beobachteten Fälle lag eine doppelte Generation vor.

CYMOREK, S.: Haben Sie zur Bekämpfung des Käfers neben den genannten Insektiziden auch Fungizide verwendet?

NOVÁK, V.: Fungizide wurden bisher in die Untersuchungen nicht einbezogen.

CYMOREK, S.: Dient zum Reifungsfraß der Jungkäfer Holz oder die Ambrosia?

NOVÁK, V.: Holz.

# BEITRAG ZUR BEKÄMPFUNG DER FICHTENBORKENKÄFER IN JUGOSLAWIEN

MILOŠ MAKSIMOVIĆ

Institut für das Forstwesen Serbiens, Beograd, Jugoslawien

## 1. Einleitung

Die wichtigsten der in den Fichtenwäldern Jugoslawiens vorkommenden Borkenkäfer sind *Ips typographus* L. und *Pityogenes chalcographus* L. Die übliche, seit Jahrzehnten geübte Bekämpfung dieser Schädlinge besteht im Fällen der befallenen Stämme, dem Entrinden derselben und dem Verbrennen der Äste und der Rinde. Gleichzeitig erfolgt die Fällung von Fangbäumen und die Behandlung derselben in der bekannten Form. Diese, seit alters her übliche Bekämpfungsmethode war nicht immer zufriedenstellend und konnte nicht immer rechtzeitig durchgeführt werden. In Trockenperioden steigt bei der Verbrennung der Äste und der Rinde die Waldbrandgefahr, beim Entrinden der Stämme ohne Verwendung von Auffangtüchern gehen viele Käfer verloren und tragen zur weiteren Vermehrung bei.

Bei der normalen Holznutzung und wenn die Käfer nur als eiserner Bestand vorhanden sind, wurde empfohlen, die Äste haufenweise zusammenzuwerfen, das dicke Ende der Äste nach innen gelagert, das feine Astwerk nach außen, da die Überzeugung herrschte, daß der auf diese Weise gelagerte Schlagabraum vom Borkenkäfer nicht angegriffen wird (Živojinović 1948; Šlander 1952).

In den jugoslawischen Fichtenwäldern kommt es fast jedes Jahr zu bedeutenden Schäden durch Wind- und Schneebrüche. Infolge der geringen Aufschließung dieser Wälder kann die Aufarbeitung dieses Katastrophenholzes meist nicht sofort durchgeführt werden, sondern manchmal erst nach ein bis zwei Jahren. Ein solcher Fall ergab sich vor nicht allzu langer Zeit in Bosnien, wo durch ein Ungewitter hunderttausende von Festmetern geworfen wurden und in Serbien verursachte ein Sturm im Jahre 1957 einen Holzanfall von über 10.000 Festmetern nur bei Kopaonik und Studenica.

Die Entwicklung der chemischen Bekämpfung des Borkenkäfers in Mitteleuropa löste auch in Jugoslawien diesbezügliche Versuche aus. Živojinović erwähnt bereits 1948 derartige Versuche und empfahl später (1948) die Verwendung von Lindan-Präparaten und von DDT vor dem Schwärmen der Käfer an gefälltten Stämmen bzw. an Fangbäumen. Die ersten Versuche mit DDT und Hexa-Präparaten an Fangbäumen wurden von Kovačević (1952) durchgeführt. Spaić (1956) verwendete mit Erfolg Giftpasten an stehenden Fangbäumen, die vom Saftstrom aufgenommen werden sollen.

Durch diese Arbeiten angeregt, wurden weitere Versuche in Angriff genommen, die auszugsweise hier mitgeteilt werden.

## 2. Borkenkäferbefall am Schlagabraum

Zur Feststellung der Befallsintensität in dem bei der Schlägerung anfallenden Astwerk wurden in Kopaonik und Stolovak in den Jahren 1958/59 Versuche an zerstreut liegenden Ästen und haufenweise zusammengeworfenem Astwerk im eingangs erwähnten Sinn von M. Maksimović und Barlov durchgeführt. Als Maßstab der Befallsintensität galt die Zahl der an 30 cm langen Aststücken sich einbohrenden Käfer. An den Asthaufen wurden drei Schichten, die Bodenschicht, die Haufenmitte und das obere Drittel unterschieden.

An den Asthaufen fällt die Befallsintensität von außen nach innen bzw. von oben nach unten und betrug in der Bodenschicht 14,5—33,5% des gesamten Befalles (Tab. 1). Von Einfluß auf die Befallsintensität war ferner die Seehöhe der einzelnen Versuchsgebiete; in geringerer Seehöhe war der Befall größer als in Höhenlagen, im Hochgebirge an Südlehnen und Lichtungen stärker als an Nordlehnen und im geschlossenen Bestand.



Tabelle 1

Befall durch *Pityogenes chalcographus* L. an angehäuften Fichtenästen.

Standort, Seehöhe, Exposition	Zahl der untersuchten			Durchschnittlicher Befall an Abschnitten von 30 cm Länge					
	Hau- fen	Äste	Ab- schnitte zu 30 cm Länge	Im geschlossenen Wald			An der Lichtung		
				Am Gipfel	In der Mitte	Am Boden	Am Gipfel	In der Mitte	Am Boden
Kopaonik, 1600 m, S ..	3	90	139	3,14	1,8	0,27	10,8	5,17	4,37
Kopaonik, 1500 m, N..	2	60	98	1,86	1,08	0,5	1,71	0,85	0,53
Kopaonik, 900 m, S ...	3	90	121	8,87	0,72	0,75	15,48	5,01	4,15
Stolovak, 800 m, N....	2	60	80	8,85	10,3	7,45	9,55	6,75	8,0

Der Befall an zerstreut liegenden Ästen in unmittelbarer Nähe der erwähnten Haufen ist in der Tabelle 2 dargestellt. Im Vergleich mit der Befallsintensität in den Asthaufen ergab sich in Hochgebirgslagen im geschlossenen Bestand ein stärkerer Befall an zerstreut liegenden Ästen, wahrscheinlich infolge höherer Luftfeuchtigkeit als in der Oberschicht der Haufen. In einer Seehöhe von 800 m war die an den Lichtungen festgestellte Befallsintensität an zerstreut liegenden Ästen ebenfalls größer als in den Gipfelpartien der Haufen.

Tabelle 2

Befall durch *Pityogenes chalcographus* L. an zerstreut liegenden Fichtenästen.

Standort, Seehöhe	Zahl der untersuchten		Durchschnittlicher Befall an Abschnitten von 30 cm Länge	
	Äste	Abschnitte von 30 cm	Im geschlos- senen Bestand	An Lichtungen
Kopaonik, 1600 m .....	80	163	6,11	6,32
Kopaonik, 900 m .....	10	21		10,6
Stolovak, 800 m .....	10	35		19,8

Diese Ergebnisse zeigen, daß durch das Zerstreuen der Äste im Walde der Borkenkäferbefall weder verhindert noch wesentlich vermindert werden kann. Außerdem könnte man noch anführen, daß die zerstreut liegenden Äste eine Waldbrandgefahr begünstigen, da sie langsamer verfaulen und den Zusammenhang des entzündbaren Bodenmaterials fördern.

### 3. Vorbeugen durch Insektizide

Eine zweite Versuchsserie in denselben Standorten wurde der vorbeugenden Borkenkäferbekämpfung an liegenden Stämmen und an Asthaufen gewidmet (M. Maksimović, S. Milanović und Ž. Bošković 1959).

Die Wirkung von Lindan an liegenden Stämmen wurde mittels eines in Jugoslawien hergestellten Ölpräparates geprüft. Aus der Tabelle Nr. 3 ist zu entnehmen, daß mit dem erwähnten Präparat eine langandauernde Wirkung, ähnlich jener des DDT, erreicht

Tabelle 3

Wirkung des Lindanöl- und des DDT-Präparates an liegenden Stämmen.

Präparat und Dosierung	Standort, Seehöhe, Exposition, Jahr	Zahl geprüfter Stämme	Durchschnittlicher Befall auf 1 m <sup>2</sup> Rindenfläche		Wirkung in % nach Tagen		
			behandelte Stämme	Kontrollstämme	16	28—32	45—46
Lindanöl 0,3 %	Stolovak, 800, N, 1958	2	0	242,1—375	100	100	
dasselbe	dasselbe, 1959	6	0—0,6	3,7—123,2	100	100	98,4—100
dasselbe	Stolovak, 800, S, 1959	4	0	7,0—10,0	100	100	100
Lindanöl 0,2 %	Stolovak, 800, N, 1959	8	0—3,1	3,7—123,2	100	100	91,6—100
dasselbe	Stolovak, 800, S, 1959	6	0—4,1	7,0—10,0	100		51,8—100
DDT 2 %	Kopaonik, 1500, N, 1959	6	0—2,2	95,0	100	100	95,0—100
DDT 1 %	dasselbe	5	0—14,7	106,4	100	100	86,2

wurde. Das Lindan-Ölpräparat, 0,3prozentig oder 30 Gramm aktiver Substanz auf 100 Liter Wasser verhindert volle 45 Tage mit 98,4—100%igem Erfolg den Borkenkäferbefall. Dies bedeutet praktisch einen vollen Schutz gegen die anfliegenden Borkenkäfer.

Ein DDT-Präparat jugoslawischer Erzeugung in einer Dosierung von 2% oder 500 Gramm aktiver Substanz auf 100 Liter Wasser erwies seine volle Wirkung über einen Monat. Nach 46 Tagen war noch immer ein Erfolg von 95—100% zu verzeichnen, so daß die Wirkung an jene von Lindan heranreicht.

Oberflächliche Spritzversuche an Asthaufen ergaben mit denselben Präparaten einen praktischen Schutz für eine Dauer von 28 Tagen.

Tabelle 4

Wirkung von Lindanöl und DDT auf Fichtenasthaufen.

Standort, Seehöhe, Exposition	Präparat und Dosierung	Zahl geprüfter Haufen	Gesamtbefall an Haufen		Wirkungsprozent nach Tagen			
			behandelte	Kontrolle	16	28	45	90
Stolovak, 800, N, 1958	Lindanöl 0,3 %	1	0	jeder Ast	100			
dasselbe	dasselbe	2	0—451	486—532	100	100		11,4—67,0
Kopaonik, 1500, N, 1959	DDT 2 %	2	0—17	44—111	100	100	87,8—100	
dasselbe	DDT 1 %	2	0—9	44—111	100	100	89,6	

#### 4. Diskussion und Schlußfolgerung

Die in Mitteleuropa in den letzten Jahren eingeführten Borkenkäfer-Bekämpfungen mit chemischen Mitteln haben sich auch in den Fichtenwäldern Jugoslawiens bewährt. Damit ist nicht nur ein wesentlicher Fortschritt bei der Aufarbeitung von Sturm und Schneedruck-Katastrophen gegeben, sondern auch im normalen Wirtschaftsbetrieb bei erhöhtem eisernen Bestand der Borkenkäfer eine bedeutende Erleichterung geschaffen. Es genügt auch, Asthaufen wahllos zusammenzuwerfen und diese mit entsprechenden Insektiziden zu bespritzen.

#### L I T E R A T U R

KOVAČEVIĆ, Ž.: Proučavanje ekologije smrekovog pisara (*Ips typographus* L.) i pokusi njegovog suzbijanja kemijskim sredstvima. (Ökologie des Buchdruckers (*Ips typographus* L.) und Versuche seiner Bekämpfung mit chemischen Mitteln.) Glasnik za šumske pokuse, Zagreb, Br. 10, 63—104, 1952. — MAKSIMOVIC, M. i BARLOV, Lj.: Zaštita četinarskih šuma od potkornjaka slaganjem ili rasturanjem grana. (Schutz der Nadelwälder gegen Borkenkäfer durch angehäuften oder zerstreuten Äste.) In Handschrift. — MAKSIMOVIC, M. i BOŠKOVIC, Ž.: Ogledi suzbijanja potkornjaka preparatima Lindan-ulje i Toxaphen. (Bekämpfungsversuche gegen Borkenkäfer mit Lindanöl und Toxaphen Präparaten.) In Handschrift. — MAKSIMOVIC, M. i MILANOVIĆ, S.: Zaštita oborenih četinarskih stabala i gomila granja od potkornjaka Diditinom i „202“ preparatom. (Schutz von liegenden Nadelholzstämmen und Asthaufen gegen Borkenkäfer mit Diditin und „202“ Präparaten.) In Handschrift. — ŠLANDER, J.: Zlaganje vejevja na kupe ali razmetavanje po poseki? (Die Äste auf der Schlagfläche haufenweise zusammenzuwerfen oder zerstreuen?) Gozdarski vestnik, Ljubljana, 2, 50—54, 1953. — SPAIĆ, I.: Suzbijanje potkornjaka zatrovanim lovničkim stablima. (Borkenkäferbekämpfung mit vergifteten Fangbäumen.) Šumarski list, Zagreb, 3/4, 86—100, 1956. — ŽIVOJINOVIC, S.: Sumarska entomologija. (Forstentomologie.) Naučna knjiga, Beograd, 1948. — ŽIVOJINOVIC, S.: Zaštita šuma (Forstschutz). Naučna knjiga, Beograd, 1958.

## ULMENBEFALL DURCH SPLINTKÄFER DER GATTUNG SCOLYTUS GEOFFR. (COLEOPTERA, SCOLYTIDAE) IN POZNAŃ (POLEN)

JACEK MICHALSKI

Lehrstuhl f. Forstschutz d. Landw. Hochschule in Poznań

In den Jahren 1958/59 wurden in der Stadt Poznań in Polen zahlreiche Ulmen von Splintkäfern der Gattung *Scolytus* befallen. Damit war die Gelegenheit geboten, die Verteilung der einzelnen Splintkäfer-Arten auf die verschiedenen Sortimenten befallener Ulmen festzustellen.

Als Maßstab für diese Bevölkerungsstudien galt die Zahl der Muttergänge mit Larvenmärgen, die an der Außenseite des Splintes deutlich erkennbar sind und nicht übersehen werden können.

Die Untersuchungen wurden auf neun gefällten Ulmen, die aus drei verschiedenen Stadtvierteln stammten, durchgeführt. Diese verteilten sich auf folgende Ulmenarten: *Ulmus carpinifolia* Gleditsch, *Ulmus carpinifolia* var. *umbraculifera* (Trautv.) Rehd., *Ulmus laevis* Pall. und *Ulmus glabra* Hds. Hier kann vorweg genommen werden, daß keine dieser Arten von einem der Splintkäfer besonders bevorzugt wurde.

Alle gefällten Bäume wurden entrindet und in folgende Sortimente zerlegt: Stamm, Äste bis 7 cm Durchmesser, Zweige von 7 bis 4 cm und Zweige von 4 cm abwärts. Auf jedem dieser Sortimente wurde die Zahl der vorhandenen Brutbilder ausgezählt. Die Tabelle 1 zeigt die Verteilung der in Frage kommenden Splintkäfer-Arten auf den Gesamtbefall und auf den Befall der einzelnen Sortimente. Eine statistische Auswertung wurde durchgeführt und kann vom Verfasser angefordert werden.

Tabelle 1

Besiedlung der Ulmen und ihrer Sortimenten durch die einzelnen *Scolytus*-Arten.

Splintkäferarten	Brutbilder insgesamt		Brutbilder nach Sortimenten in %			
	Anzahl	%	Stamm	Äste	Zweige 7—4 cm	Zweige unter 4 cm
<i>S. ensifer</i> Eichh.	594	24,17	—	4,08	40,83	79,28
<i>S. kirschi</i> Skal...	62	2,52	3,60	3,38	1,87	—
<i>S. multistriatus</i> Marsh. ....	983	40,00	66,28	51,28	10,84	0,64
<i>S. multistriatus</i> var. <i>ulmi</i> Redt.	47	1,91	4,45	—	—	—
<i>S. pygmaeus</i> Fab.	486	19,78	1,13	38,78	43,33	20,08
<i>S. laevis</i> Chap. ...	14	0,57	1,32	—	—	—
<i>S. scolytus</i> Fab.	271	11,05	23,22	2,48	3,12	—
Summe .....	2457	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Die Prozentsätze sind im Verhältnis zur Gesamtsumme der Brutbilder berechnet worden. Diese ergaben:

- auf dem Stamm 1056 Brutbilder
- auf Ästen 443 Brutbilder
- auf Zweigen von 7—4 cm 480 Brutbilder
- auf Zweigen unter 4 cm 478 Brutbilder

Während der Untersuchungen zeigten sich, besonders bei *Scolytus ensifer* Eichh. und *S. pygmaeus* Fab., nicht unbeträchtliche Variationen in der Form der Muttergänge, so daß die Brutbilder dieser beiden Arten manchmal schwer zu unterscheiden sind. Die Muttergänge von *S. pygmaeus* Fab. können geradlinig oder geschwungen verlaufen, zweiarmig sternförmig oder schleifenförmig sein, den Splint deutlich furchen oder in der Rindenzone verlaufen.

Die Brutbilder von *S. ensifer* Eichh. sind, wie aus der Tabelle 3 hervorgeht, weniger variabel und finden sich der Hauptsache nach vier deutlich ausgeprägte Typen derselben,

Tabelle 2

Die *Scolytus*-Arten und die Verteilung ihrer Brutbilder auf die einzelnen Sortimenten.

Splintkäferart	Summe der Brutbilder	Brutbilder nach Sortimenten in %				
		Stamm	Äste	Zweige 7—4 cm	Zweige unter 4 cm	Summe
<i>S. ensifer</i> Eichh. ....	594	—	3,20	33,00	63,80	100,00
<i>S. kirschi</i> Skal.....	62	61,30	24,20	14,50	—	100,00
<i>S. multistriatus</i> Marsh. ...	983	71,21	23,19	5,30	0,30	100,00
<i>S. multistriatus</i> var. <i>ulmi</i> Redt. ....	47	100,00	—	—	—	100,00
<i>S. pygmaeus</i> Fab. ....	486	2,47	35,57	42,79	19,17	100,00
<i>S. laevis</i> Chap. ....	14	100,00	—	—	—	100,00
<i>S. scolytus</i> Fab. ....	271	90,40	4,07	5,53	—	100,00



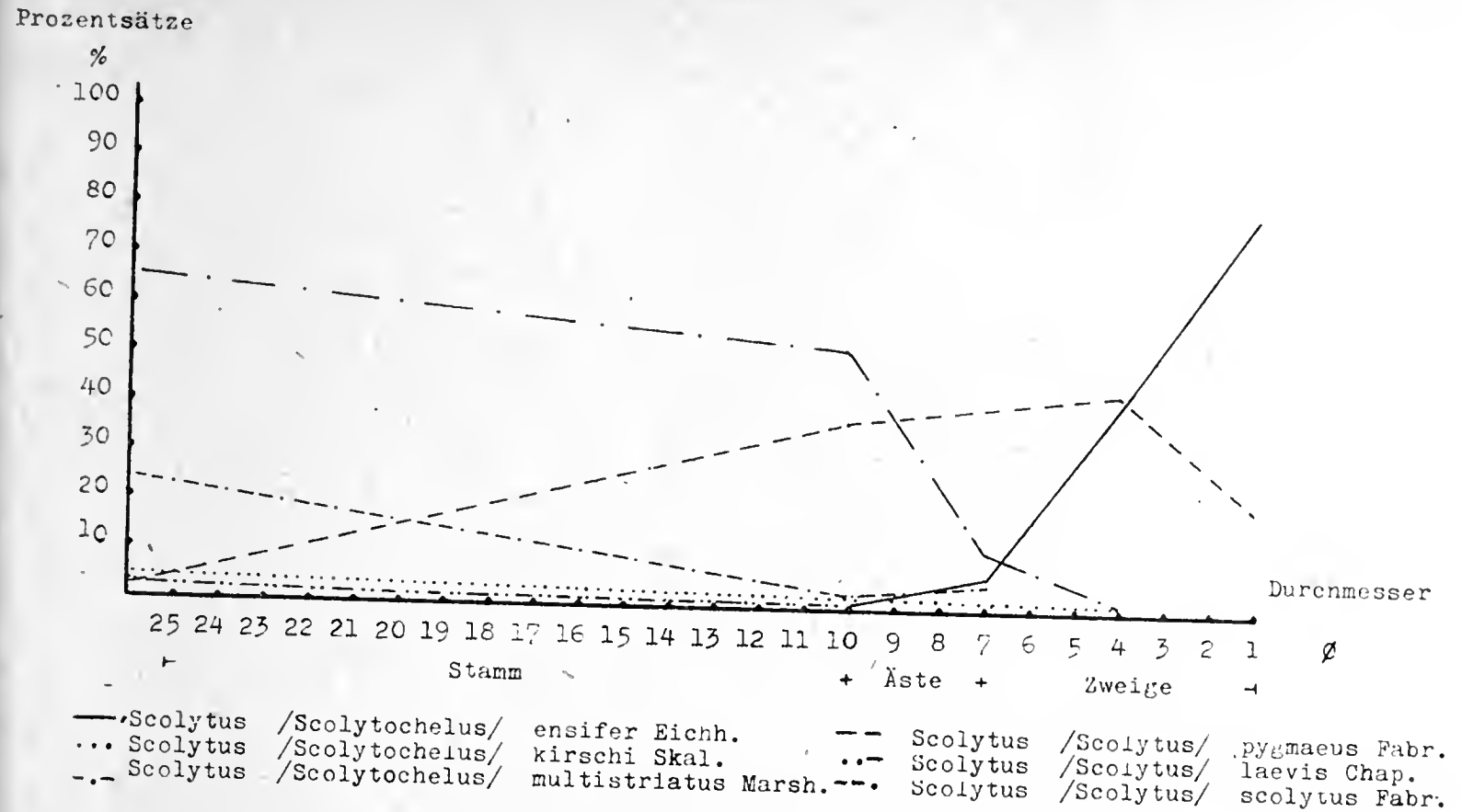


Abb. 1

einarmige, zweiarmige und dreiarmige, die am Splint erkennbar sind und solche, die nur in der Rinde liegen. Letztere sind an dicken Zweigen besonders häufig und zeigen sich an denselben, nach Entfernung der Rinde, lediglich Spuren der Larvengänge aus der späteren Entwicklungszeit. Zweige mit solchen Brutbildern erinnern täuschend an Fraßbilder von *S. pygmaeus* Fabr., zeigen aber im Gegensatz zu diesem Splintkäfer tief in den Splint versenkte Puppenwiegen. Bei starker Parasitierung (Schlupfwespen und Milben) sind meist nur vereinzelte Fluglöcher der Imagines festzustellen.

Ähnliche Schwierigkeiten bei der Unterscheidung der Brutbilder erheben sich bei *Scolytus scolytus* Fabr. und *S. laevis* Chap., weil bei *S. laevis* Chap. auch die kurzen Muttergänge ohne Rammelkammer sind. Es wäre aber zu betonen, daß letztere Art sich im Splint verpuppt, erstere dagegen nur sehr selten.

Auf Grund der in den Tabellen und im Diagramm 1 dargestellten Ergebnisse lassen sich folgende Schlüsse ziehen.

1. Im Untersuchungsgebiet von Poznań dominierte *Scolytus multistriatus* Marsh., gefolgt von *S. ensifer* Eichh., *S. pygmaeus* Fabr. und schließlich *S. scolytus* Fabr.
2. Die Stammteile der Ulmen werden in erster Linie von *Scolytus multistriatus* Marsh. und *S. scolytus* Fabr. besiedelt.

Tabelle 3  
Formen der Muttergänge von *Scolytus ensifer* Eichh.

Brutbildtyp	Anzahl	Prozent
Muttergänge einarmig im Splint .....	188	31,64
Muttergänge zweiarmig im Splint .....	128	21,54
Muttergänge dreiarmig im Splint .....	57	9,60
Muttergänge in der Borke .....	221	37,22
Summe .....	594	100,00

3. Die Kronen der Ulmen und die mittelstarken Äste werden von *Scolytus pygmaeus* Fab. und *S. ensifer* Eichh. bevorzugt.
4. In den Wipfelpartien der Ulmen in den schwächeren Zweigen sind *Scolytus ensifer* Eichh. (79% in den Zweigen bis 4 cm Durchmesser) und *S. pygmaeus* Fab. (20%) vorherrschend.
5. Die Form des Brutganges ist bei *Scolytus ensifer* Eichh. sehr variabel, meist einarmig, in seltenen Fällen zwei- oder dreiarmig.

Untersuchungen in anderen Teilen Polens haben die Beobachtungen über *Scolytus ensifer* Eichh. bestätigt. Dieser Käfer tritt nicht nur in städtischen Anlagen auf, sondern auch in lockeren Auwaldungen und bis zu einem gewissen Grad überall dort, wo in Polen Ulmen in größerer Menge vorkommen.

## BEITRAG ZUR GRADOLOGIE DES ACHTZÄHNIGEN FICHTENBORKENKÄFERS IPS TYPOGRAPHUS L. IM ERZGEBIRGE (KRUSNE HORY)

A. KALANDRA (ČSR)

Manuskript nicht eingelangt.

### A B S T R A C T

Im Forstrevier Cervená Jára, Betrieb Janov, im Erzgebirge in ca. 800 m Meereshöhe, hat man auf Grund neunmaliger Untersuchungen auf zwei starken Fichtenfangbäumen eines Altholzbestandes mit teilweiser Entrindung im Laufe des Jahres 1958 folgende Beobachtungen machen können.

Dank der sauberen Wirtschaft im Walde war der Fichtenborkenkäferbefall verhältnismäßig schwach. *Ips typographus* L. trat hier jährlich in einer Generation und mit einer Geschwisterbrut auf und überwinterte als Käfer.

Auf den untersuchten Fangbäumen begleiteten *Ips typographus* L. mehr oder weniger regelmäßig *Pityogenes chalcographus* L., *Hylurgops palliatus* Gyll., seltener *Ips amitinus* Eichh. und *Dryocoetes hectographus* Reitt. Die Zahl der je Muttergang abgelegten Eier betrug 36 bis 91, ausnahmsweise 125. Der Vermehrungskoeffizient, dessen Feststellung vom August an (Imago-stadium) durchgeführt werden kann, bewegte sich zwischen Werten von 5,67 bis 18,78, am häufigsten von 7 bis 10. Aus den festgestellten Angaben ist in der Regel eine steigende Tendenz der Borkenkäfervermehrung ersichtlich.

Die Sterblichkeit war allgemein ziemlich hoch. Sie bewegte sich bis zum Jungkäferstadium von 40,49 bis 79,88 v. H. Hohe Verluste ergaben sich schon im Eistadium und zwar von 16,72 bis 28,22 v. H. Die größten Abgänge wurden bei den Junglarven, kleinere bei den erwachsenen Larven festgestellt. Puppen und Imagines wiesen die niedrigsten Sterblichkeitsprozente auf. Von den natürlichen Feinden ist *Thanasimus fermicarius* L. von größter Bedeutung. Parasitierungen durch die Chalcididae *Pachyceras xylophagorum* Ratzb. und *Rhopalicus tutela* Walk. kamen öfters vor, spielten aber eine untergeordnete Rolle. Häufiger waren *Medetera signaticornis* Lw. und *Lonchea seitneri* Hend., selten *Dendrosoter middendorffi* Ratzb., *Nudobius lentus* Grav., *Placusa tachyporoides* Wal. u. a. Die natürlichen Feinde erreichten zur Zeit keine größere Wirkung auf die Borkenkäfervermehrung. Von den Mortalitätsfaktoren kamen unbekannte Einflüsse und der Raummangel stärker zur Geltung. Auch an anderen Örtlichkeiten konnten ähnliche Verhältnisse beobachtet werden. Die Bekämpfung mußte mit einer steigenden Tendenz der für die Vermehrung günstigen Umweltverhältnisse rechnen.

# IMPORTANT PROBLEMS IN FOREST ENTOMOLOGY OF INDIA

R. N. MATHUR

Chief Research Officer (Forest Entomologist), & Head, Division of Forest Protection.  
Forest Research Institute, Dehra Dun, India

Insects are one of the greatest agents of destruction in our forests. Owing to their high rate of reproduction and short life-cycles most forest insects have the ability to multiply to amazing numbers. In nature such optimum conditions do not exist because they are offset by destructive influences such as *climate, weather, availability of food, prevalence of diseases and other enemies* which destroy insects. The importance of these various agencies vary at different times and densities but all are inter-dependent to a great extent. Under normal conditions control is maintained by such natural factors and a state of equilibrium prevails in the natural forest for all the populations constituting the fauna of the forest. When environmental conditions favour rapid increase of destructive pests, natural control factors are incapable of checking the outbreak and often wide-spread damage results.

Why, therefore, is insect damage observed in the natural forests of India? Most of the so-called natural forests would be more correctly classed as semi-natural plant communities, all worked forests have ceased to be natural forests. Forest operations in the widest sense destroy the stable equilibrium of the undisturbed environment and produce a new one, which may be temporarily stable, but which permits multiplication of plant feeders to an injurious degree. This disturbance reaches its extreme degree in large monospecific plantations in which the population of the pest and its natural enemies are widely out of adjustment. The incidence of the pest is either maintained at a high level or is subject to oscillations in the form of epidemics alternating with scarcity.

In his book on "Forest Insects", Beeson (1941) writes, "Indian forestry is not static. . . ., it is experimental and progressive and is continually producing new conditions under which well-known pests create fresh ecological problems and unknown insects spring into prominence as pests". The control of forest insects is, therefore, not a simple problem.

The loss caused yearly to our forest property by various insect pests is difficult to estimate. The economic importance of the stands affected should be taken into consideration and this varies greatly depending upon biological, geographical and topographical conditions. The money value of the loss in increment of our valuable forest crops caused by defoliators, sapsuckers etc., is a perplexing problem and is difficult to determine or estimate. Forest insects cause a loss on an average of roughly Rs. 100/- per annum per square mile over workable forests and this gives the total loss caused by forest insects as Rs. 125 lakhs. This loss is caused to timber alone. The sawmills and wood-working factories and even government departments are not always able to give details of losses caused by borers, but we know that it may reach 10—25 percent of the value of the stock (Beeson, 1941).

Some of the important current research problems are considered below:

## Teak defoliators

The leaves of *Tectona grandis* (teak) are seriously damaged by *Hapalia machaeralis* Walker (*Pyralidae*) and *Hyblaea puera* Cramer (*Hyblaeidae*). Periodic outbreaks of these defoliators are considered to cause considerable loss of increment and quality. Beeson (1931, 1941) has estimated the loss to be 13 percent of the normal current annual increment i.e. an annual loss of Rs. 20 to 25 per acre. According to Champion (1934) a loss of Rs. 130 per acre is accrued in fully stocked first quality teak plantations by the severest epidemics.

Modern tendencies in pest control aim at establishing automatic natural control and biological control is the most satisfactory means of reconciling the aims of forest protection with those of forest management. Extensive surveys of the defoliators of species of trees, shrubs, climbers, etc. were made at a number of places over a number of years, in natural forests in the neighbourhood of teak plantations at Rahatgaon (Hoshangabad, Madhya Pradesh), Nilambur (Karela), Tittimatti (Coorg) and Palghar (North Thana, Bombay) and their parasites were bred. This has added very considerably to our knowledge of the inter-relationship of biological control factors in the teak-

mixture complex (Beeson, 1934, 1938, 1941; Bhatia, 1948). There is still much to be learnt on population dynamics of these defoliators and on factors causing their outbreak. This study has commenced in February 1959, by establishing a temporary field insectary at Top Slip, Madras. The epidemiology of teak defoliators is a complex problem and a time-consuming work. Periodical defoliation reports are supplied by the various forest departments to record the seasonal incidence of these defoliators.

### **Ailanthus defoliator**

*Ailanthus excelsa* (Maharukh) is a large deciduous tree which has been planted on large scale in the Nimar Forest division, Madhya Pradesh. Its wood is in great demand for the paper industry. This plant species is attacked by several species of defoliators, borers and sap-suckers and brief notes on these pests have been published by Mathur (1957). The primary pest is *Atteva fabriciella* Swederus (family Yponomeutidae). A small field insectary was established at Nepanagar, in September 1955 and a detailed study of this defoliator was conducted for a period of 5 years. During this period, some serious outbreaks have occurred and interesting and valuable data have been accumulated on its biology, its natural enemies and the means for repressing it under plantation conditions. Simultaneously, field observations and laboratory breeding were also carried out in the plantations of Saharanpur Forest division and in the insectary at Dehra Dun (U. P.), respectively, which are still in progress.

Life-history studies have shown that under normal conditions this defoliator undergoes a series of about 9 generations annually and a significant fact noted during our study was the great amount of overlapping of generations ascribable to variations in the rates of development of larvae. This condition is most conspicuous during the monsoon period and in the winter months, and the pest thrives best in these seasons.

The duration of the egg stage is 2 to 5 days, the larval period ranges from 10 to 20 days in the summer months and 17 to 25 days in winter (November-December) and the pupal period lasts from 4 to 7 days during the warmer season and 8 to 14 days during November-December. The total life cycle is completed in 23 to 33 days. Ordinarily five moults occur, but certain individual larvae developed only four. Variable weather conditions influence considerably the duration of the egg, larval and pupal periods.

Repeated defoliation occurs over large areas and the growth of the plants is seriously hampered. Young plants 1 or 2 years old are some times killed outright, while the older plants are badly weakened and their leaders and laterals die back. New shoots and leaves appear after sometime, which are again attacked and defoliated. The trees on poor sites are more seriously defoliated than those on good sites.

It was observed that the pupae are destroyed in large numbers by a parasite — *Brachymeria nephantidis* Gahan (*Chalcidae*) in winter months. The percentage of parasitism was often very high and in every case it showed a marked increase during heavy infestations. This species was the most effective parasite and was no doubt a very important factor in the natural control of this pest. This explains why a low population of the pest was present in the summer months before the rains. The activity of the progeny of the summer generation of parasite was primarily dependent upon the activity of *Atteva*. Other alternative hosts e.g. *Hapalia machaeralis* Walker and *Nephantis serinopa* Meyrick were comparatively rare in this locality. This chalcid parasite was reared in large numbers in the laboratory for liberation purposes and 455 adults were liberated to accomplish their distribution.

Small scale insecticidal trials were conducted to evaluate the effectiveness of some modern insecticides, viz., Gesarol 405 (5% DDT) dust, Endrin 1% dust, BHC D 025 (5%) dust, Dieldrin (25% E.C.), Aldrin (25% E.C.), and Gammexane (6.5% gamma BHC). All these insecticides either as a dust or as an emulsion spray proved both effective



and highly residual in its action against the pest. BHC 5% dust and Endrin 1% dust gave better control.

Outbreaks of this defoliator have occurred in open-growth stands in plantations in the Nimar Forest division, whereas in South Chanda division, fully stocked mixed softwood stands have suffered the least. Proper silvicultural practices, therefore will reduce the hazards of attack. It is advisable to consider combinations of tree species like *Boswellia serrata*, *Lannea grandis*, etc. rather than using a single species *Ailanthus excelsa* in large blocks of future plantations. *Ailanthus* prefers well-drained sites and a flat, ill-drained black cotton soil is not suitable for its growth. Detailed results will be published elsewhere.

### Sal-Heartwood Borer

The sal-heartwood borer—*Hoplocerambyx spinicornis* Newman (*Cerambycidae*) is normally a species breeding in felled and dying trees but now it ranks as the potentially most destructive pest of *Shorea robusta* (Sal). For the last 10 to 12 years, alarming reports of serious damage by this borer were received from the forests of Himachal Pradesh and Uttar Pradesh. Advice was given to enumerate all the attacked trees in December in order to find out the incidence and the area of the outbreak. The enumerated trees were classified by girth-classes and by types of attack (Beeson, 1941). The most efficient device for the control of this borer is by "trap-tree" operation. Sal trees which are unsound silviculturally or borer infested, are felled soon after emergence has begun. They are cut into logs of various sizes and distributed in small heaps in the affected areas. The rate of emergence of beetles is entirely influenced by the amount of rain falling, i.e. higher the rainfall, greater the emergence. The oozing sap at the cut ends attracts the beetles greatly which are caught and killed. By this trap-tree method, 78,694 beetles were caught and destroyed during the period 1951—1959 in the Nahan Forest division (Himachal Pradesh). Roonwal (1952) has recorded the data of beetle catches during 1949—1951. It is reported that the beetle population has been considerably reduced and the intensity of attack has decreased.

Similar operations were started in 1959 in the Dehra Dun Forest division and 301 trees were felled for trap purposes. 10,151 beetles were caught, indicating 33.7 beetles per tree. Control measures are still in operation.

### Borer of *Mesua ferrea*

Serious damage to all girth classes of living standing trees of *Mesua ferrea* (Nangu) and *Poeciloneuron indicum* (Vayal) has been caused by a buprestid borer (*Chrysochroa* sp.) in the evergreen forests of Western Ghats and South India. These valuable timber species are very strong and are used for railway sleepers, bridge construction, buildings and several other purposes. Outwardly, the trees do not show any deleterious effect due to the borer attack except slight exudation of resinous sap at different places on the bole. But when the trees are felled and converted, they are found completely riddled with large galleries in concentric planes up and down the axis of the heartwood. These galleries inter-communicate with one another and are completely packed with coarse wood dust. This borer has affected 20.4 to 32.4 percent of timber of Vayal and Nangu, respectively (Mathur, 1958). Nothing is known about the habits and life-history of this pest, and the study is in progress.

### Salai Borer

Salai wood (*Boswellia serrata*) is attacked soon after felling by *Atractocerus reversus* Walker (*Lymexylonidae*). Its wood is utilised for boxes and in paper industry. Brief biological notes are given by Chatterjee, et al. (1950) and further studies were continued at the insectary established at Nepanagar (M. P.), in September 1955. This borer breeds

in green and sappy logs. Large and curved cylindrical galleries are excavated, extending deeply towards the centre of wood and lie in a plane horizontal to the axis of the log. The size of the tunnel varies with the growth in size of the larva. Wood dust is ejected outside and the larva feeds on the sap and a food-fungus which grows on the walls of excavated tunnels. The galleries are stained black due to the moulds. In heavy infestation, the tunnels are crowded and an attacked wood is riddled with large perforations. The timber is badly ruined by this borer.

Normally, this species passes through two generations in a year in Madhya Pradesh, and a third generation is also possible due to the continuous emergence of beetles in winter months.

Complete protection is afforded if the logs are debarked immediately after felling. Deep stacking of logs should be avoided and uniform rapid air-seasoning of logs is required. Logs that are not extracted quickly should have the ends and wounds swabbed with creosote so long as they remain in the coupe. Logs that are attacked in the coupe should be converted at once on arrival at the depot. Temporary protection is afforded when the logs are sprayed with 1.5% gamma BHC and 10% DDT (in water solution). The results are under finalisation.

### Die-back of sal seedlings

The dying off of sal seedlings in regeneration areas is of common occurrence in the submontane belt of Uttar Pradesh and Madhya Pradesh, which is caused by *Pammene theristis* Meyrick (*Eucosmidae*). This species attacks the seeds, seedlings and young shoots of *Shorea robusta* (Beeson, 1941). Not much is known about its bionomics, seasonal history, and economic importance, etc., except that it undergoes probably three generations in a year. The first generation is passed in the ripe seed and the moths emerge in July-September; the second generation is continued in the young growing shoots of coppice or established regeneration areas and third generation is completed in young sal seedlings boring inside the tap root and part of the stem above ground. This pest is under investigation.

### Control of borers of felled trees by forest management

Much work on the protection of felled trees from borer pests and white ants has been done. Investigations on the following important freshly-felled timber species viz., *Dipterocarpus indicus*, *Polyalthia coffeoides*, *Terminalia belerica*, *Vateria indica* of Madras (Khan, 1947); *Adina cordifolia*, *Eugenia jambolana*, *Terminalia belerica*, *T. tomentosa* of Bombay (Chatterjee & Chatterjee, 1951); *Boswellia serrata* of Madhya Pradesh (Gardner, 1943; Chatterjee, Bhasin & Bhatia, 1950); *Shorea robusta* poles (Bhatia, 1950) and *Terminalia belerica*, *T. tomentosa* and *Eugenia jambolana* of Uttar Pradesh were carried out.

Considerable protection is assured by simple adjustment of management (i.e. under different conditions of exposure such as with bark, without bark, in shade and in the open, in the forest and out of the forest), felling the timber species at an appropriate period and debarking the logs immediately after felling. It is imperative to organise the sequence of felling, logging, dragging and retention in depot and export therefrom, so that the timbers are exposed to danger of insect attack for the shortest possible time. Pin-hole and other woodborers that enter a log are carried away inside it and the depreciation of the timber continues until it is sawn. The intensity of attack is influenced by the moisture content of the wood and by climatic and locality factors. The problems are too varied to be solved by general rules and therefore, remedies are prescribed which are specially applicable to each particular case.

Some State Forest Departments are interested in their timber species for safe storage purposes, and the timber species suggested by them are included in our programme of

work. Recently, in February 1960, some Andaman timber species viz., *Canarium euphyllum*, *Dipterocarpus griffithii*, *Sterculia campanulata*, and *Terminalia procera* have been exposed to natural infection under different conditions of exposure. Observations are in progress.

### Clump-curing of bamboos and their susceptibility to Powder-post beetle attack

The principle of clump-curing brings about physical changes in bamboos and reduces the starch content in them. Preliminary experiments conducted in 1949—50 showed that clump-curing does not give protection to culms from *Dinoderus* attack (Mathur, 1958). The effect of clump-curing was further studied in 1951—1952. These studies showed that (1) the starch content varies with the season, (2) the borer attack is greater when the starch content is high during February, March, April and May, (3) the attack is extremely low when the starch content is nil or light from July to January, and (4) the effect of clump-curing is practically negative and no protection is afforded.

Water-soluble chemicals viz., 1 and 2 percent boric acid ( $H_3BO_3$ ), 8 percent zinc chloride ( $ZnCl_2$ ) and 0.4 percent crystalline copper sulphate ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ) were tried by leaf-suction method. The treated culms remained completely free from *Dinoderus* attack.

### Protection of wood in storage by prophylactic methods

Extensive experimentation by superficially treating the freshly felled trees of a number of timber species, planks and bamboos, plywood, etc., in temporary storage in forests, as well as in depots and factory godowns was conducted. Several chemicals and modern insecticides such as borax, sodium fluoride, zinc chloride, copper naphthenate, DDT, BHC, dieldrin, pentachlorophenol, coal-tar creosote, etc., in different concentrations were tested (Roonwal, 1951; Roonwal and Chatterjee 1951, 1959; Chatterjee, 1953). Many of these insecticides gave satisfactory protection for short periods. Benzene hexachloride (in a concentration of 1 percent gamma isomer) in an oil carrier gave better protection for a period of a few months to a year. Some indigenous insecticides of vegetable origin were also tried but they were ineffective.

Prophylactic anti-borer protection of four Andaman timber species (*Bombax insigne*, *Sterculia campanulata*, *Terminalia bialata* and *T. procera*) with Dieldrex 18 E. C. in aromax, and also in a mixture of pentachlorophenol in different concentrations, has been commenced at Andamans. Further tests and observations are continuing.

### Termites

The termite is always troublesome, not only in our forests and in nurseries and plantations, but primarily attacking forest products. Their prevention is another wide-spread and important problem. There are more than a hundred species of white ants with a wide range of habits and before control measures can be confidently prescribed, thorough biological and taxonomic studies are needed. Exploratory work on the biology of local termites has been undertaken (Mathur and Sen-Sarma, 1959, 1960) and is continuing. Suitable suggestions for prevention of termite attack in buildings by constructional methods (Mathur & Masani, 1959) have been imparted to many government departments and private individuals. The effectiveness of mud-wall poisoning with some modern insecticides in different concentrations is under observation.

Some work on the systematics of termites is also carried out (Mathur & Sen-Sarma, 1958a, 1958b, 1959; Mathur & Chhottani, 1959) and further study is in progress.

Maintenance of laboratory colonies for evaluating the natural resistance of timber and the efficiency of preservative materials to termite attack has been included in our future programme of work.



### Taxonomic Work

Modern research on the control of forest insects is essentially based on systematic entomology. Therefore, all insect material collected from our ecological studies, those reared in the insectary, those received from forest officers all over India, and from other government departments, such as railways, defence, public works, universities, scientific institutions, entomologist, industries based on timber and other forest products and also from private individuals, are systematically examined. Since most of the forest insects are in the grub or larval stage when detected in the field as doing damage, especial attention has been paid to the classification of immature stages (Mathur, 1954, 1958, 1959; Balwant Singh, 1953, 1956). Pioneer work in the study of immature stages of Coleoptera and Lepidoptera has been done by Mr. J. C. M. Gardner who has published (1948) a comprehensive list of the Indian Coleoptera studied by him. Some attention has also been paid to the parasitic *Hymenoptera*, particularly *Chalcidoidea* and *Braconidae* (Mathur, 1956, 1957).

A large collection of both adult insects and larvae is maintained, comprising over 20,000 different species of insects totalling over 2 million individuals. Such collection of insect forms constitutes an achievement that is of fundamental importance to the advancement of science in every phase. This collection is a material asset having a very high permanent value. The enlargement and expansion of this large collection and its proper maintenance is a laborious task and involves heavy responsibility. Insects that cannot be identified by the staff, are sent to specialists in India and abroad.

A great part of the information gained has been published, but a considerable amount is still in our files either because more data are required or because the necessary funds were not available. It is quite impossible to present in a short paper all details of the work carried out. These are but a few examples. There are several more problems requiring study in our tropical country where the insects thrive throughout the year, making control more difficult.

### REFERENCES

1. BALWANT SINGH, 1953. Immature stages of Indian *Lepidoptera* No. 8. — Geometridae. — Ind. For. Rec. 8 (7): 67—158, illus. — 2. BALWANT SINGH, 1956. Description and systematic position of larva and pupa of the teak defoliator, *Hyblaea puera* Cramer. — Ind. For. Rec. 9 (1): 1—16, illus. — 3. BEESON, C. F. C., 1931. Loss of increment in teak defoliation. — Indian Forester, 57: 542—545. — 4. BEESON, C. F. C., 1934. The biological control of teak defoliators. — Indian Forester, 60: 672—683. — 5. BEESON, C. F. C., 1938. Undergrowth and the biological control of teak defoliators. — Indian Forester, 64: 485—492. — 6. BEESON, C. F. C., 1941. The ecology and control of the Forest Insects of India and the neighbouring countries; the Vasant Press, Dchra Dun.: 29—32, 589—590, 617—619, 901—906. — 7. BHATIA, B. M., 1948. On the Plant-Defoliator-Parasite Complex, in the biological control of teak defoliators. — Ind. For. Rec. 7 (6): 193—211. — 8. BHATIA, B. M., 1950. Borers of sal poles and their control. — Ind. For. Rec. 8 (4): 17—34. — 9. CHAMPION, H. G., 1934. The effect of defoliation on the increment of teak saplings. — For. Bull., Silv., No. 89. — 10. CHATTERJEE, N. C., BHASIN, G. D. and BHATIA, B. M., 1950. Insect borers of *Boswellia serrata* and their control. — Ind. For. Rec. (N. S.) (Ent.) 8 (5): 35—51, illus. — 11. CHATTERJEE, N. C. and CHATTERJEE, P. N., 1951. Insect borers of newly felled timber and their control. Part 2. The Bombay Investigations of 1947—49. — Ind. For. Bull. No. 150. — 12. CHATTERJEE, P. N., 1953. Protection of plywood in storage in godowns against *Lyctus* beetles by treatment with dichlorodiphenyl-trichlorethane (DDT) and benzene hexachloride (BHC). — Ind. For. Leaflet (Ent.), 135: 1—3. — 13. GARDNER, J. C. M., 1943. Entomological Notes (3. *Boswellia serrata* borers). — Indian Forester, 69: 323—324. — 14. GARDNER, J. C. M., 1948. A list of described immature stages of Indian Coleoptera. — Ind. For. Rec. (Ent.), 7 (5): 163—191. — 15. KHAN, A. H., 1947. Insect borers of newly felled timber and their control. Part I. — Ind. For. Bull. No. 136. — 16. MATHUR, R. N., 1956. A new species of *Anastatus* (*Eupelmidae*) from Kashmir. — Proc. Roy. ent. Soc. Lond. (B) 56 (5—6): 93—97. — 17. MATHUR, R. N., 1957. Pests of *Ailanthus excelsa* and their control. — British Commonwealth Forestry Conference, Agenda Item No. 8: Protection (III)



- Forest Insect Control. — 18. MATHUR, R. N., 1957. A new species of *Rogas* from India. — Proc. Zool. Soc. Calcutta, Mookerjee Memoir, 349—355, illus. — 19. MATHUR, R. N., 1958. Clump-curing of bamboos and susceptibility to powder-post beetle attack. — Indian For. Bull. No. 221 (1957). — 20. MATHUR, R. N., 1958. Borer damage to *Mesua ferrea* and *Poeciloneuron indicum*. — Indian Forester, 84: 40—41, illus. — 21. MATHUR, R. N., 1958. Immature stages of Indian *Coleoptera* (29) *Cerambycidae*. — Ind. For. Rec. (Ent.), 9 (9): 175—181, illus. — 22. MATHUR, R. N., 1959. Immature stages of Indian *Lepidoptera*. No. 12. *Pyralidae*, sub-family *Pyraustinae*. — Ind. For. Rec. (Ent.), 9 (10): 183—210. — 23. MATHUR, R. N. and CHHOTANI, O. B., 1959. Revision of *Styloterms*, Holmgren & Holmgren (*Isoptera*). — Zool. Anz. 163 (1—2): 40—53, illus., Germany. — 24. MATHUR, R. N. and HUSSEY, N. W., 1956. A new species of *Bootanomyia* (Torymidac). — Ind. For. Bull. No. 212, 3 pp., illus. — 25. MATHUR, R. N. and MASANI, N. J., 1959. Prevention of termite attack in buildings by constructional methods. — Jour. National Building Organisation, 4 (4): 3—10, illus. — 26. MATHUR, R. N. and SEN-SARMA, P. K., 1958a. Hitherto unknown imago caste of the species of *Globitermes*, *Microcerotermes* and *Odontotermes* from Indo-Malayan Region. — Ind. For. Bull. No. 219 (N. S.), 14 pp., illus. — 27. MATHUR, R. N. and SEN-SARMA, P. K., 1958b. A new species of *Anacanthotermes* from South India. — Entomologist, 91 (1146): 233—241, illus. — 28. MATHUR, R. N. and SEN-SARMA, P. K., 1959. Two new termites *Emersonitermes thekadensis* gen. et sp. nov. and *Trinervitermes nigrirostris* sp. nov. from India (*Isoptera*). — Zeit. angew. Ento. 45 (1): 66—78, illus., Germany. — 29. MATHUR, R. N. and SEN-SARMA, P. K., 1959. Notes on the habits and biology of Dehra Dun termites. Part I. — Jour. Timber Dryer's and Preservers' Association, India, 5 (3): 3—9, illus. — 30. MATHUR, R. N. and SEN-SARMA, P. K., 1960. Notes on the habits and biology of Dehra Dun termites. Part 2. — Jour. Timber Dryers' and Preservers' Association, India, 6 (2): 23—27, illus. — 31. ROONWAL, M. L., 1951. Practical direction for the prophylactic treatment of timber, bamboos and plywood for protection against insect damage. — Ind. For. Leaflet (Ent.) 125: 1—3. — 32. ROONWAL, M. L., 1952. Study of a recent epidemic of the sal-heartwood borer, *Hoplocerambyx spinicornis*, in the Nahan Forest division (H. P.). Paper presented to the 6th Commonwealth Forestry Conf. Ottawa, Canada, 1952. — 33. ROONWAL, M. L. and CHATTERJEE, P. N., 1951. Benzene hexachloride as a successful anti-insect prophylactic for bamboos in storage. — J. Sci. industr. Res., 10 B: 321—322. — 34. ROONWAL, M. L., CHATTERJEE, P. N. and THAPA, R. S., 1959. Prophylactic efficacy of various insecticides in the protection of freshly felled and converted timbers (planks) against insect borers. — Ind. For. Bull. No. 215, 45 pp.

## FORECASTING MORTALITY IN FORESTS FOLLOWING DROUGHT

G. B. RAWLINGS

Forest Research Institute, Rotorua, New Zealand

### INTRODUCTION

Mortality to forest trees can frequently be attributed to insect attack following drought. The role of drought in this sequence is usually inferred after an insect outbreak has eventuated and mortality has taken place. The purpose of this paper is to set out a simple method for predicting mortality by comparing the severity of a drought with that of past drought which are known to have been followed by mortality. The method was originally devised from observations made in unthinned stands of *Pinus radiata* Don. planted at a spacing of 8 × 8 ft. at Kaingaroa Forest (Lat. 38°—20' S., Long. 176°—38' E., Ht. 1785 ft.) and Whakarewarewa Forest (Lat. 38°—10' S., Long. 176°—16' E., Ht. 1005 ft.) both in the Rotorua Conservancy of Central North Island, New Zealand. A refinement of the original procedure was made by adapting Thornthwaite's formula for evapotranspiration.

Two summer droughts have been recorded since the trees were planted, these occurred in 1939 and 1946. During both droughts shallow-rooted shrubs wilted and died beneath the trees. No injury was noted to the forest at the time but increasing mortality followed, culminating in the fourth winter after the drought; the total mortality amounted to between 25%

and 30% of the trees. The immediate cause of this mortality was a fungus inoculated into the trees during oviposition by *Sirex noctilio* (Fabr.). It was evident that the drought had rendered the trees susceptible to successful attack by the fungus and that this had enabled the insect to breed up to epidemic numbers by the third generation, there being one generation a year.

It was considered that one summer drought should be much like another and that factors such as wind and humidity could be ignored in making the comparison. The problem then, was to determine the number of days between soil saturation (field capacity) and wilt point at the surface and to express this in terms of water loss and water gain over the period. It was obvious that the period lay somewhere between 30 and 60 days during the two droughts under consideration and finally it was estimated that the water use would be 6 inches in 50 days. A diagram was constructed using 6 inches to represent the state of soil saturation and 0 inches wilt point at the surface, as shown by the wilted shrubs. Plotted in this way the line fell below zero (recording a drought) in no years except 1939 and 1946. The use of 7 inches in 50 days gave droughts in years in which no droughts occurred. Using 5 inches in 50 days no droughts were shown even in 1939 or 1946. Further study showed that his rate tallied remarkably well with overseas findings from soil moisture studies. Finally the water need for each month was obtained following Thornthwaite's formulae.

### Estimation of Water Need

Thornthwaite (1948) showed that the amount of water needed for evapo-transpiration was mainly dependent upon mean temperature and day length. Gabites (1956), in New Zealand, constructed curves for the water need of pasture for a standard month of 30 days of 12 hours and established values for Thornthwaite's Index (I) from  $I = 30$  to  $I = 70$ . For Kaingaroa Forest the curve corresponding to  $I = 50$  is the most suitable. (Fig. 1.)

The annual rainfall at Kaingaroa varies from 32 to 77 inches with an average of 58 inches. The potential evapotranspiration is from 25 to 30 inches a year. There is usually a short period of moisture stress between January and March and frequently a dry period in early spring.

Reading from this curve we get the following values for a standard month of 21,600 minutes: one inch at  $45^{\circ}\text{F}$ , two inches at  $54^{\circ}\text{F}$ , three inches at  $62.5^{\circ}\text{F}$  and four inches

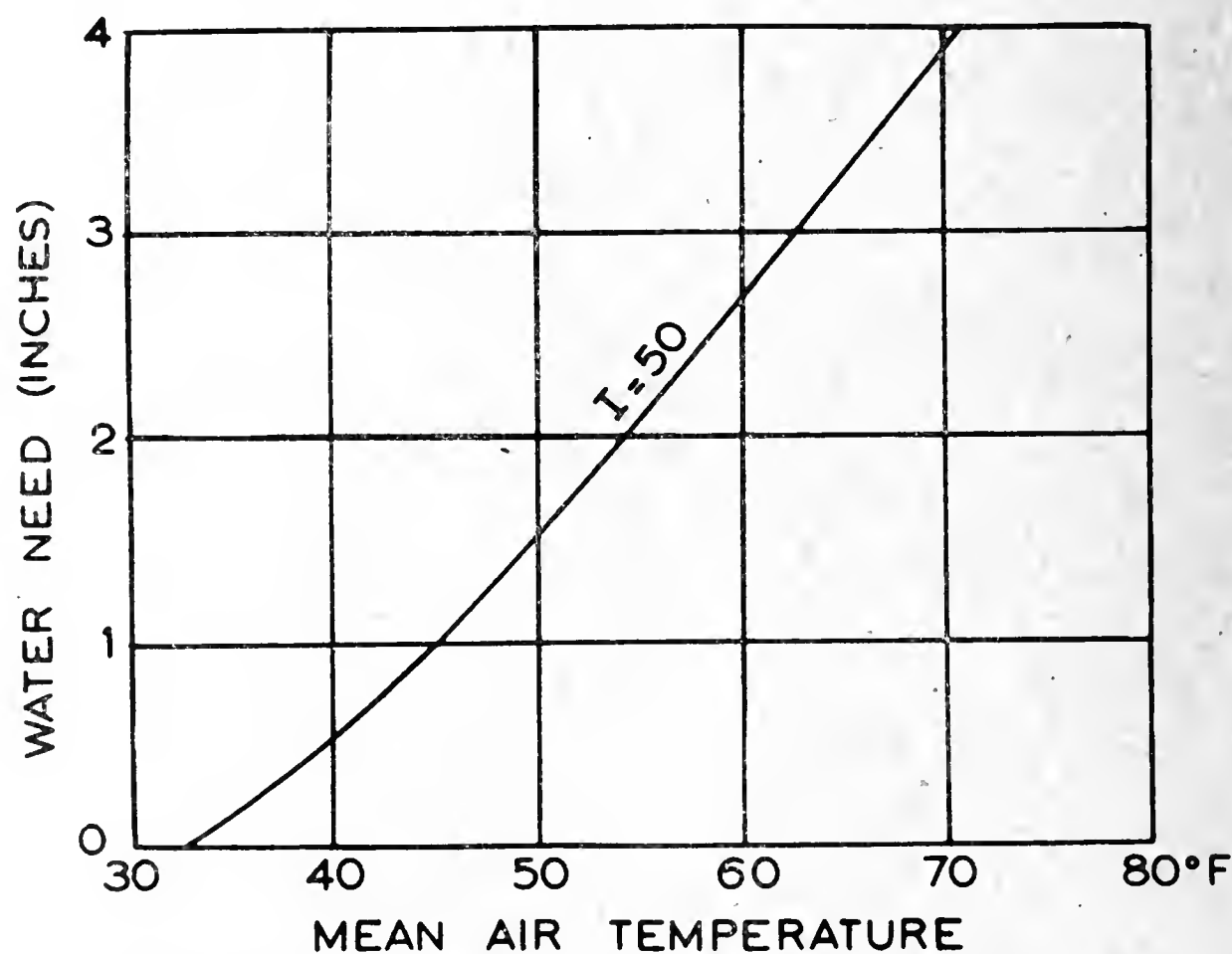


Fig. 1. Estimated water need ( $I = 50$ ) for standard month of 30 days of 12 hours, at various temperatures.

at 70.5°F. From this the potential evapotranspiration rate at 45°F for each month may be obtained by taking the mean day length in minutes (approximately the length of the 15th day) and dividing by 21,600. Twice, three times and four times this gives the P. E. rate at 54°, 62.5° and 70.5°F. Figures for Kaingaroa Forest are shown in Table 1.

Table 1  
Kaingaroa forest — I = 50

Month	Daylight Length on 15th	Daily P.E. Rate			
		45°	54°	62.5°	70.5°
January .....	948	.04389	.08778	.13167	.17556
February .....	885	.04097	.08194	.12292	.16389
March .....	810	.03750	.07500	.11250	.15000
April .....	734	.03398	.06796	.10194	.13593
May .....	675	.03125	.06125	.09375	.12500
June .....	646	.02991	.05981	.08972	.11963
July .....	660	.03056	.06111	.09167	.12222
August .....	712	.03296	.06593	.09889	.13185
September .....	780	.03611	.07222	.10833	.14444
October .....	863	.03995	.07991	.11986	.15981
November.....	930	.04306	.08611	.12917	.17222
December .....	969	.04486	.08972	.13458	.17944

By plotting P. E. rate against temperature a series of curves was obtained from which the daily P. E. rate could be read for any mean monthly temperature, in practice it was necessary only to draw in the portion of the curve 50° F above and below the average mean monthly temperature, the result is shown in Fig. 2.

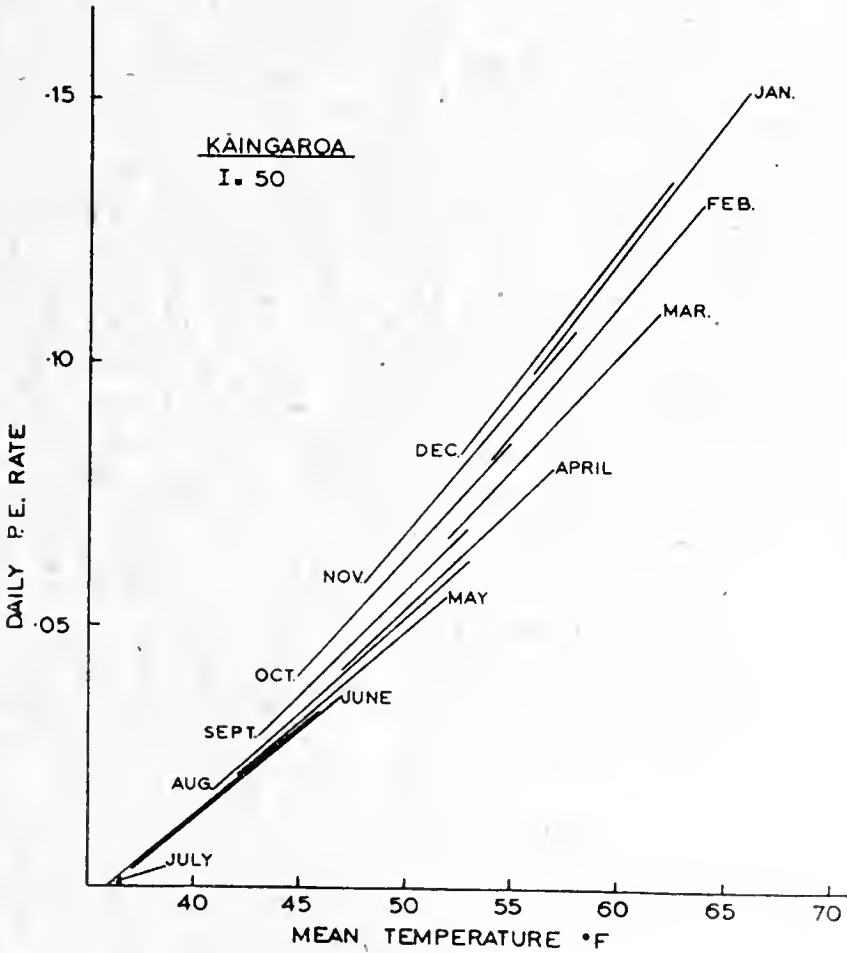


Fig. 2. Daily potential evapotranspiration rates at Kaingaroa Forest for range of mean monthly temperature.

### Plotting of Drought Diagrams

Having the daily rainfall and mean temperature for each month it is now possible to construct a diagram to illustrate the comparative degree of summer drought in any year.

In the Southern Hemisphere it is convenient to start from July 1st and assume that the soil is fully saturated with water. From Fig. 2 the P. E. rate is found; for convenience in plotting, this is multiplied by 50 to give the 50 day rate. For July the P. E. rate will be about 0.02 giving one inch for the 50 day rate. To plot, a  $30^\circ$  set square is adjusted between the 1 inch point on the vertical scale and a point 50 days from the vertical scale along the zero line. The paper and set square are then adjusted on a T square, held in position by weights. Decrease in soil moisture is then indicated by the falling line and rainfall is plotted vertically, in practice small falls are added together for plotting. When July has been plotted the figure for August is found and the process repeated. The resultant diagram for a normal year (1955—1956) is shown in Fig. 3. Note that all rainfall plotted above the 6 inch level is regarded as percolating water or runoff.

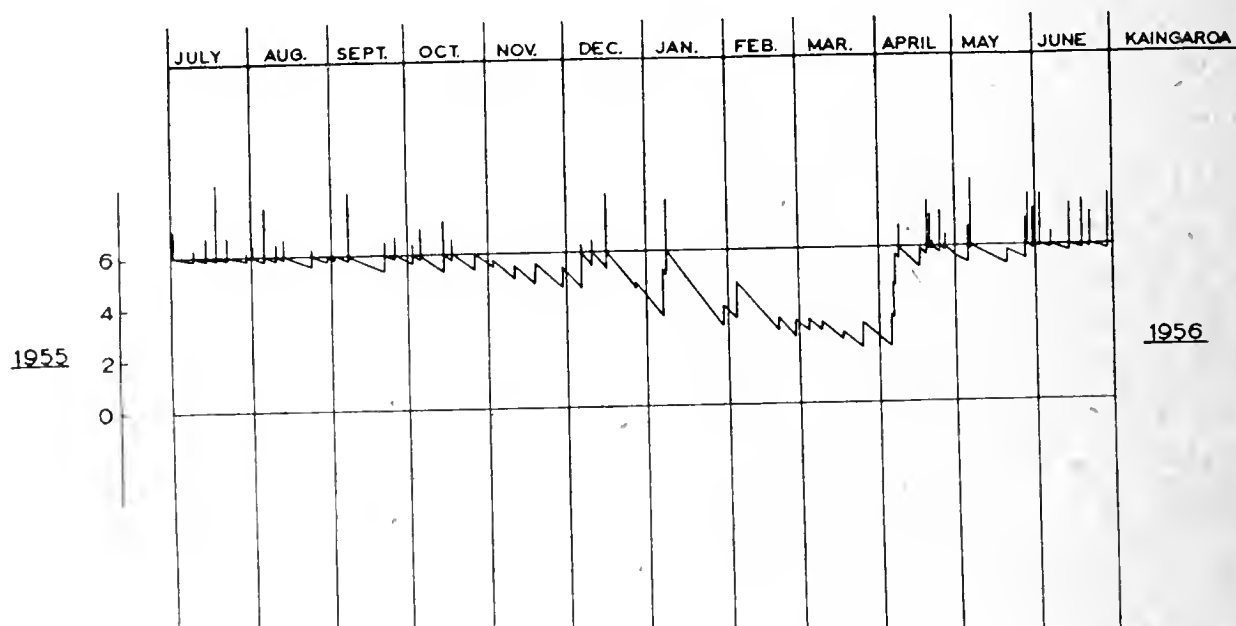


Fig. 3. Drought diagram for a normal year (1955—56) for Kaingaroa Forest.

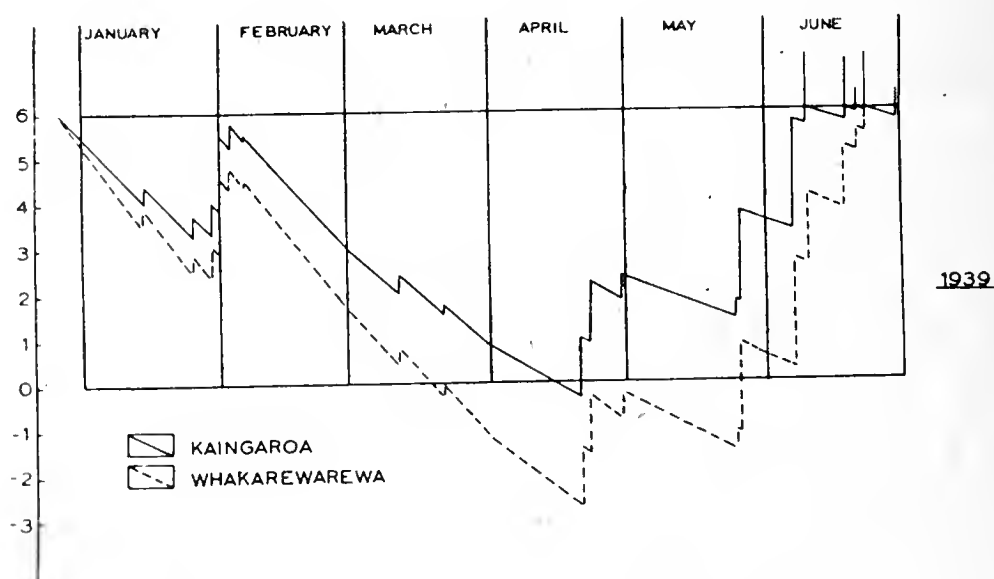


Fig. 4. Shows the 1939 drought period plotted for two stations, Kaingaroa Forest and Whakarewarewa Forest. Whakarewarewa Forest is 20 miles N. E. and 780 ft. lower elevation than Kaingaroa and in 1939 had a mean monthly summer temperature  $4^\circ\text{F}$  higher. At Whakarewarewa Forest 25% mortality occurred during the following three years but there was no abnormal mortality at Kaingaroa. The reason for this was obscure until the drought diagram showed the difference in drought severity due to the  $4^\circ\text{F}$  warmer temperature at the lower station. This dry period started in early February. For Whakarewarewa the zero line was cut on March 18th and severe drought continued until late April with a further dry period until late in May.



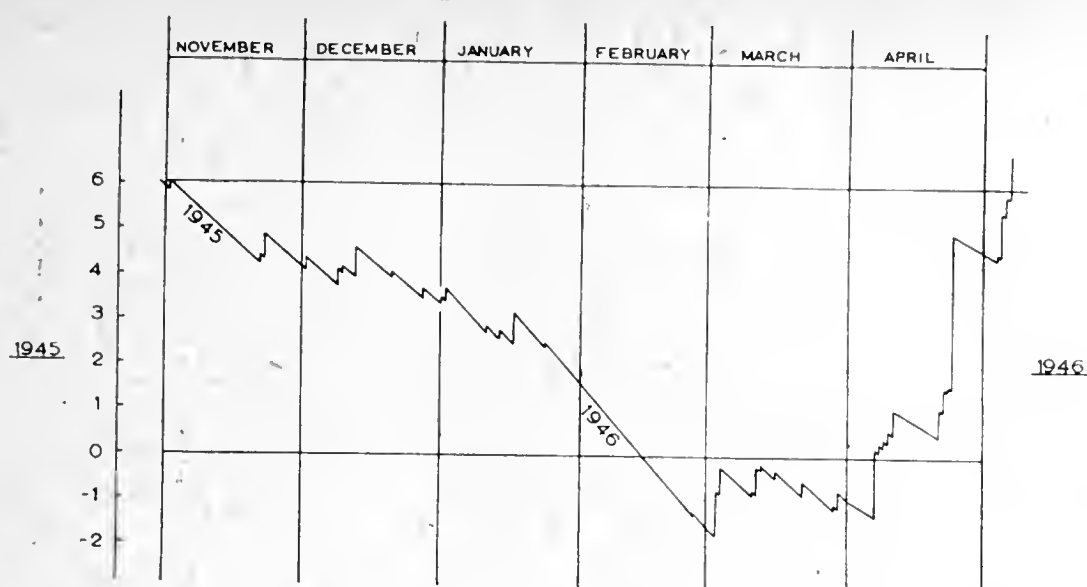


Fig. 5. Shows the 1945—1946 drought period at Kaingaroa Forest. The dry period started in early November 1945 and the zero line was cut on Feb. 15th. The drought continued until April 8th. This drought was followed by widespread mortality culminating in the winter of 1949. 25 % to 30 % of the trees over many thousand acres died during this period.

### DISCUSSION

The method may be most usefully applied to give warning of impending mortality under conditions where droughts are infrequent, say not more than once in 8 or 10 years, and where mortality is caused by an outbreak of a secondary insect dependent upon the drought and having a one year life cycle. From Fig. 4 it would seem that there is a narrow margin between the severity of a drought causing no damage and one causing heavy mortality and also that this margin is indicated by the zero line. This is not surprising since the zero line was defined as the wilt point at the surface. With three years warning, felling, thinning and salvage operations can be organised to cope with the mortality. However in East Texas during abnormally dry summers there may be heavy mortality due to attack by *Ips avulsus* (Eichr.) and other associated species. Here there is already a heavy population of *Ips* in slash and as *Ips avulsus* has one generation a month an epidemic may ensue in two or three months. Probably little advantage could be taken of such short warning. It is believed that the method will prove useful in forecasting outbreaks of buprestids and bark beetles when histories of past outbreaks are available. The system has the advantage of simplicity, the figures required are readily available for most forests and a technician can undertake the work of plotting, four years records can be plotted in an hour.

### REFERENCES

- GABITES, J. F., 1956: The estimation of natural evaporation and water need. N. Z. Met. Ser. Met. Office Note No. 43, 122—131. Reprinted from: Proc. Conference on Soil Moisture 1954. — THORNTHWAITE, C. W., 1948: An Approach towards a Rational Classification of Climate. Geogr. Rev. 38, 55—94.

## SEKTION IX

# VORRATSSCHÄDLINGE

### THE ENTOMOLOGICAL PROBLEMS OF ASSESSING THE SUCCESS OF A FUMIGATION OF STORED PRODUCE

R. W. HOWE

When stored produce is fumigated, the appraisal of the success of the fumigation should ideally be based on estimations of the gas concentrations achieved in various parts of the produce, on the fate of captive insects exposed in the produce to the gas and on a comparison of the insect population present alive before and after the fumigation. Each approach can be criticised, the joint result of all three is about as good as can be expected. Estimation of gas concentration is a chemical problem and will not be considered here.

The use of test insects introduces three problems. 1) Does the resistance of laboratory cultured insects differ from that of the natural population? 2) where are they best placed? 3) do insects move away from a fumigant? A fairly extensive comparison has been made at Slough by Miss Reynolds of warehouse insects collected in various parts of the world with our own stock cultures. It has shown less difference between them than I expected and it seems unlikely that over-optimistic claims will be made by using test insects.

The placing of insects in fumigated bulks of produce is relatively straightforward provided enough test cages are available. Three principles should be borne in mind, (i) the regular lattice arrangements taking in a range of conditions, (ii) covering points of high infestation or probable low gas concentration and (iii) placing cages close to gas sample positions.

Where a lattice arrangement is used there is no point in placing cages where insects will be killed by some other agent—usually this means avoiding the very hot zone in heating grain. The points of high infestation usually form a shell around the hottest area. With a rapidly growing infestation, the temperature rises rapidly and cages have to be carefully placed in this region. Placing of cages in relation to gas sample points and likely low concentrations depends on the judgement of the chemists and must be done in consultation with them.

Placing cages in bag stacks is more difficult and is restricted to zones easily accessible from the outside since neither gas sample points nor test cages can reasonably be built in, except in experimental set ups. Usually it is necessary to restrict test cages to points near the outside of a stack.

Ideally the numbers of insects used in a cage should be as large as possible. In practice it is limited by cage size which is determined by the ease of inserting them into produce. The standard numbers used have been 50 adults or 10 g of culture containing about 100 larvae. These are not large enough and numbers must be increased by replication within the limits of labour.

**Table 1**  
Relative Susceptibility to MeBr of field beetles in comparison with P. I. L. beetles

Rel. Dose Field P. I. L.	Species	Stage	Source	
0.8	<i>L. serricorne</i>	cocoons	South-Rhodesia	tobacco (f)
0.85	<i>O. mercator</i>	adults	Gambia	ground nuts
1.0	<i>O. surinamensis</i>	adults	Trinidad	rice
1.0	<i>Trib. castaneum</i>	adults	Trinidad	rice
1.0	<i>Trib. castaneum</i>	adults	Nigeria	cocoa beans (f)
1.0	<i>Trib. castaneum</i>	adults	South-Rhodesia	sorghum
1.0	<i>Trib. castaneum</i>	adults	Gambia	ground nuts
1.0	<i>Trib. castaneum</i>	adults	Transvaal	maize meal (l)
1.0	<i>R. dominica</i>	adults	South-Rhodesia	sorghum
1.0	<i>Trog. granarium</i>	larvae	South-Rhodesia	maize
1.15	<i>S. granarius</i>	larvae & pupae	Malta	wheat
1.6	<i>S. granarius</i>	eggs & larvae	Malta	wheat
1.3	<i>S. oryzae</i> (large)	adults	Trinidad	rice
1.4	<i>S. oryzae</i> (large)	adults	Kenya	rice
1.4	<i>S. oryzae</i> (large)	adults	Transvaal	wheat
1.8	<i>S. oryzae</i> (large)	larvae & pupae	Trinidad	rice
1.8	<i>S. oryzae</i> (large)	larvae & pupae	Jamaica	rice
1.3	<i>S. oryzae</i> (large)	larvae & pupae	Kenya	rice
1.6	<i>S. oryzae</i> (large)	larvae & pupae	Transvaal	wheat
1.3	<i>S. oryzae</i> (large)	eggs & larvae	Trinidad	rice
1.8	<i>S. oryzae</i> (large)	eggs & larvae	Jamaica	rice
1.0	<i>S. oryzae</i> (large)	eggs & larvae	Kenya	rice
1.0	<i>S. oryzae</i> (large)	eggs & larvae	Transvaal	wheat

(f) = cultured on flour

(l) = laboratory stock

If test insects are found alive, it is a sign that the natural population in the vicinity contains survivors. The test insects, however, are trapped and it is possible that the natural population reacts to fumigants and moves as best it can away from regions of high concentration. This can only be overcome by examining the natural population.

A thorough post-fumigation inspection alone suffices to show whether or not a fumigation has failed or appears successful. Presumably an earlier inspection was made before the decision to fumigate was reached but a thorough examination immediately prior to fumigation is also needed. This and the post-fumigation examination should be identical as far as possible. A simple lattice arrangement of samples taken through a bulk of grain, preferably with a vacuum spear taking samples of 500 g is adequate. This ideally is supplemented by observation on surfaces of various kinds. The details of these further observations and of all made on bagged produce can hardly be elaborated as they depend so much on circumstances. It is worth supplementing this sampling for

insects with a record of temperatures again over a lattice especially in bulk grain because almost always in this, fumigation is undertaken because of heating or to prevent it.

This part of the task of assessing the success of control measures depends, in fact, very much on our knowledge of warehouse ecology and is hampered by our lack of it. A study of insect distribution and behaviour in the absence of control measures is the first need. We know that in some conditions, most storage insects collect more in certain places and are sparse elsewhere—often in the middle of a stack or bulk. There is little point in working hard to sample from difficult places if we know that there won't be many insects there. Certain species, however, do penetrate and we must know which they are and in what circumstances they do. Others, notably weevils and bruchids may be loaded into the middle of a stack.

Again insects may be more obvious at one time than another. Most storage species are more active in the dark than in the light and most active of all at dusk. A comparison made at dusk therefore may be much more useful than one made at noon. Most of these problems can only be solved by ecological work in warehouses.

## TIME, TEMPERATURE AND CONCENTRATION RELATIONSHIPS OF SEVERAL INSECTICIDAL FUMIGANTS

EUGENE E. KENAGA

Manuskript nicht eingelangt.

### SUMMARY — (ABSTRACT)

A laboratory study was made of the linear relationships of temperature, exposure time and concentration to, the insecticidal action of several space and commodity fumigants. The adult confused flour beetle, *Tribolium confusum*, Duv. was the test insect. The fumigants tested were carbon disulfide, sulfuryl fluoride, acrylonitrile, methyl bromide, ethylene dibromide, carbon tetrachloride, methyl chloroform, ethylene dichloride and chloropicrin. The data on temperature, exposure and concentration relationships are analysed statistically. Development of prediction formulas are discussed. The LC-50, LC-95, slope, intercept and correlation coefficients were determined for each of the above fumigants at 2, 5 and 16 hour exposure periods and at temperatures of 40° 60° and 80°F (4.44°, 15.56° and 26.67°C). With few exceptions, it was found that concentration requirements increase with a decrease in temperature or exposure time. Products of concentration-time, or concentration-temperature, used as the y coordinate with the remaining variables as the x coordinate are usually linearly related when plotted on log-log paper using a Centigrade temperature modulus. The slope lines of various products of the fumigants are of a similar magnitude regardless of mode of action or of insect species. Information on several insect species used in this paper is drawn from the publications of BROWN and coworkers (1948—1957, 1959). Slope lines can be used for prediction of concentration requirements for various fumigation conditions by projecting specific lines parallel to the calculated slope lines. Formulas are furnished from which prediction graphs can be made.



# RESULTS OF LABORATORY AND FIELD EXPERIMENTS USING FOOD PACKAGING MATERIALS COATED WITH PYRETHRINS AND PIPERONYL BUTOXIDE

J. P. BROOKE

## INTRODUCTION

Between the years 1949—1953, experimental work carried out in the United States of America indicated that mixtures of pyrethrins and the pyrethrum synergist, piperonyl butoxide, when applied to packaging materials were effective in preventing insect infestation in stored foodstuffs. As a result an interest was aroused in the United Kingdom amongst food manufacturers, especially those engaged in exporting goods to warmer climates where insect infestation of packaged foodstuffs is common.

The Cooper Technical Bureau began investigating the value of synergised pyrethrins as a paper coating material in 1950 and, at first, confined their activities to searching for a method of applying the insecticidal mixture to paper so that the maximum stability of the pyrethrins would be obtained. In American work, a deposit of 5 mg. pyrethrins and 50 mg. piperonyl butoxide per sq.ft. was recommended, but initial tests at the Cooper Technical Bureau showed that a deposit of 10 mg. pyrethrins and 100 mg. piperonyl butoxide per sq.ft. was more effective and this amount has been used in all subsequent investigations.

In an early experiment, kraft paper was sprayed with a solution of pyrethrins and piperonyl butoxide in odourless kerosene. Bags to hold 2 lb. flour were then prepared from the paper. The bags were filled with flour and placed in fibreboard cases measuring 2' x 1' x 1'. The cases were sent to Aden and stored in a warehouse infested with *Tribolium castaneum* Hbst. The trial lasted eight months and at the end of the storage period treated bags were insect free whilst the untreated bags were infested. Because the insecticidal solution penetrated through the paper, slight tainting of the flour occurred, thus it was concluded that the insecticide should be retained in some way upon the surface of the paper. Although this test proved that the method of treatment could not be used because of taint, useful experience was gained.

In 1953, Incho et al. (1) showed that when a mixture of pyrethrins and piperonyl butoxide on clay was applied to paper in the form of a thick suspension in water, commonly known as a slurry, it was biologically more efficient than the insecticide applied in an emulsion or oil solution. The clay coating also gave a high degree of stability to the pyrethrins. Extensive work with slurry coatings containing a mixture of pyrethrins and piperonyl butoxide absorbed on blends of china clay and kieselgur was carried out and this was described by Goodwin-Bailey and Brooke (2). Later, a trial took place using kieselgur alone as the carrier for the insecticide instead of a blend of china clay and kieselgur hitherto used. Cardboard cartons coated with the slurry were prepared, lined with waxed paper and filled with biscuits. The cartons were then placed in fibreboard cases (12 per case) and stored in an infested building held at a temperature of approximately 77°F. and 55% R. H. The results of this trial are given in Table 1. They show that fourteen months protection, the duration of the trial, was obtained in the presence of a heavy infestation of *Ephestia kuehniella* Zell., *Oryzaephilus surinamensis* L., *Tenebroides mauritanicus* L., *Calandra granaria* L. and *Tribolium* spp. At the end of this test, no more cartons remained for examination and therefore, the period of protection can be regarded as a minimum.

Kraft paper coated with a similar formulation was stored in the roll in darkness at 77° ± 2°F. and 60% ± 1% R. H. for three years and showed only 10% loss of biological activity when examined after this period of storage. The paper was also used for a small scale trial to protect tobacco. Miniature wooden cases, sufficient to hold 20 lb. of leaf tobacco, were lined in the traditional manner with the treated paper and placed in the same infested building. Seventeen months protection from infestation by *Ephestia elutella* Wlk. and *Lasioderma serri-corne* F. was obtained. However, no appreciable infestation occurred in the untreated boxes until after nine months exposure.

These results showed that pyrethrins/piperonyl butoxide mixtures absorbed into a suitable carrier and applied as a slurry to paper or carton board would give useful protection for many months. In all these tests the packages used had a reasonably tight closure.

The slurry method of application was effective but very expensive to produce, moreover it could not be used beneath printing ink because the ink sealed off the insecticide making it unavailable to the insect.

What was required was a transparent coating which could be applied by a cheap process to the printed carton board before cutting and creasing. A search was therefore made for a suitable carrier which in addition to being convenient to apply to carton board would also present the insecticide in a form that was available to the insect.



2	3 adult <i>Tribolium castaneum</i> 1 adult <i>Oryzaephilus surinamensis</i> Insect free	2 adult	1 adult	2 larvae	Holes bored in waxed liners
3		6 adult	1 adult		1 larva
4					

11 Months

Treated	1 2	Insect free				
Control	1	30* adult <i>Tribolium</i> spp. 4 adult <i>Tribolium</i> spp. 2* adult <i>Calandra</i> spp. 18* adult <i>Oryzaephilus surinamensis</i> Many Psocids.	10* adult <i>Oryzaephilus surinamensis</i> 1 adult <i>Tribolium</i> spp.	9 adult	35 adult	1 adult
	2	5* adult <i>Oryzaephilus surinamensis</i> 1* <i>Tenebroides mauritanicus</i> larva	1 adult <i>Oryzaephilus surinamensis</i> 6* adult <i>Oryzaephilus surinamensis</i>	15 adult	3 adult	4 adult
						22 adult

14 Months

Treated	1	1* adult <i>Tribolium</i> spp. 12* adult <i>Oryzaephilus surinamensis</i>				
Control	1	4 adult <i>Tribolium</i> spp. 1 adult <i>Oryzaephilus surinamensis</i> 2* adult <i>Tribolium</i> spp. 1* adult <i>Oryzaephilus surinamensis</i> 1* <i>Calandra</i> spp.	7 adult <i>Tribolium</i> spp. 1* adult <i>Tribolium</i> spp. 4 adult <i>Oryzaephilus surinamensis</i>	20 adult	10 adult	5 adult
						1 adult
						1 larva
						1 adult
						1 <i>Ephestia</i> larva
						Holes bored in waxed liners

\* Dead.

Of the many compounds examined, certain water insoluble amine alginates gave coatings in which the insecticide was freely available to the insect.

An account is now given of the tests carried out with amine alginate mixtures capable of forming solutions of low viscosity.

## METHODS AND MATERIALS

### Techniques

Pyrethrins analyses were carried out by the method described by Brown et al. (3) and piperonyl butoxide analyses were carried out as described by Jones et al. (1952) (4).

Adult *Tribolium castaneum* Hbst. were used for bioassay, being reared and tested at 77°F.  $\pm$  2°F. and 60%  $\pm$  1% R. H., and 1—2 weeks old at the time of test.

A biological test method was used for assessing the insecticidal activity of coated material, both when freshly prepared and after storage.

To compare the biological efficiency of the same weights of insecticide when applied to paper and carton board, pieces of treated material were placed, treated side uppermost, on a glass plate. A petri dish of 4" diameter with a hole 1" diameter drilled in the centre was inverted and placed on the treated paper. Fifty adult *Tribolium castaneum* Hbst. were introduced through the hole in the petri dish and at frequent intervals during a 6 hour period, the number of insects paralysed and lying on their backs was recorded. The figures obtained were plotted on a graph and the time taken to knock down 50% of the insects was noted. When being tested, treated materials were exposed to a light intensity of approximately 35 F. C. at bench level for six hours. When not in use, the treated materials were stored face to face in paper envelopes at room temperature.

Although it is appreciated that the effect of mixtures of pyrethrins/piperonyl butoxide is partly insecticidal and partly repellent, the knockdown test proved adequate for the assessment of biological activity in the laboratory.

For the experiments a solution was eventually devised which contained 0.63% pyrethrins, 6.3% piperonyl butoxide and 4.4% amine alginate in industrial alcohol. Isopropyl alcohol has also been used as a solvent. The product was intended to be applied to the paper or carton board at the rate of 1.8 g. solution per sq.ft. to give a deposit of 10 mg. pyrethrins and 100 mg. piperonyl butoxide per sq.ft.

### Laboratory Scale Tests

Coatings were prepared upon a glazed paper using a standard roller varnishing machine. The machine was adjusted by trial and error until the required weight of deposit was obtained on test pieces of paper. A drying tunnel with an air temperature of approximately 140°F. was employed for rapid drying, the treated carton boards being exposed to heat for approximately 20 seconds. The deposit was intended to be 10 mg. pyrethrins and 100 mg. piperonyl butoxide but in the test described only 6.8 mg. of pyrethrins was found by analysis.

The coated papers were tested biologically both when freshly prepared and after six months storage in darkness at 77°F. and 60% R.H.

The following results were obtained:—

Table 2

Time for 50% knockdown of *Tribolium castaneum* Hbst. after exposure to deposits of pyrethrins/piperonyl butoxide (6 replicates in each test)

Formulation	Pyrethrins deposit by analysis mg./sq.ft.		50% Knockdown Time			
			Interval after coating			
	Fresh	After 6 months	2 weeks	1 month	2 months	6 months
Pyrethrins/pip. but. in an amine alginate com- position	6.8	7.1	94 min.	94 min.	94 min.	95 min.



The apparent increased amount of pyrethrins on the paper after 6 months storage may be accounted for by unevenness of the coating.

Further tests with coatings using different types of paper or carton board gave products with considerable variation in biological activity where similar weights of insecticide were used. In view of these inconsistencies the absorbency of the paper and board was suspected. To confirm this point, tests were made to compare the efficiency of carton board treated to reduce absorbency. For this purpose a 0.02" caliper white-lined manilla carton board was obtained. This had been previously treated with starch/sodium alginate size to provide three sets of board of different absorbency. A test of absorbency known as Surface Oil Resistance test (5) was used which, briefly, involved the application of a known weight of oil to the surface and observing the time taken for absorption.

A coating of pyrethrins/piperonyl butoxide in amine alginate solution using isopropyl alcohol as solvent, was prepared and applied. The varnishing machine was again set by trial and error to apply 10/100 mg. pyrethrins/piperonyl butoxide per sq.ft., carton flats being weighed immediately before and after treatment. The boards were then tested biologically two days after treatment with the following results:—

Table 3  
Time for 50% Knockdown of *Tribolium castaneum* Hbst. after exposure to deposits of pyrethrins/piperonyl butoxide (4 replicates in each test)

Piperonyl butoxide deposit by analysis mg./sq.ft.	Surface Oil Resistance Time	50% Knockdown Time
121	34 secs.	65 min.
115	78 secs.	42 min.
108	150 secs.	32 min.

The results shown in Table III indicate a direct relationship between the Surface Oil Resistance Time and the biological activity of the coating.

Two types of carton board were then treated and retained for storage tests. One had a Surface Oil Resistance Time of approximately 34 seconds and the other 150 seconds. These were placed in darkness, at room temperature and examined biologically over a period of 10 months with the following results:—

Table 4  
Time for 50% Knockdown of *Tribolium castaneum* Hbst. after exposure to deposits of pyrethrins/piperonyl butoxide (8 replicates in each test)

Mean Deposit pip. but-oxide by analysis mg./sq.ft.	Surface Oil Resistance Time	50% Knockdown Time		
		Fresh	5 months	10 months
(A) 100	150 secs.	50 min.	63 min.	90 min.
(B) 111	34 secs.	97 min.	No KD in 360 min.	No KD in 360 min.

It will be seen that the sample (B) prepared from absorbent carton board showed complete loss of biological activity after 5 months exposure. Some loss occurred in the sample (A) but this may have been due to inadvertent excessive handling and exposure to light of the samples.

### Field Trials

While storage tests were being conducted, a field trial was carried out with carton board similar to sample (A) used in Surface Oil Resistance Time tests.

Cartons were prepared and packed with a cereal food. Glue was used for the closure of the carton. One hundred and fifty were packed in fibre-board cases and despatched for storage to India and Cuba. These have been stored in an infested warehouse. At first, no infestation occurred in the untreated cartons but after 6 months storage, 6 treated and 6 untreated cartons have been examined. The contents of all the untreated cartons were infested with *Tribolium castaneum* Hbst. while the treated cartons remained insect free. This trial is still in progress and therefore complete results are not available. Reference is made to it here as an example of the very promising prospect this type of insect proofed package may have.

### Conclusions

Where mixtures of pyrethrins and piperonyl butoxide were applied in a slurry to deposit 10 mg. pyrethrins and 100 mg. piperonyl butoxide per sq.ft., the initial KD 50 of the freshly coated carton board was considerably slower than where the insecticide was applied in an amine alginate varnish to the correct type of surface.

In view of the excellent protection obtained when the slurry coating was used in the field, the results of laboratory tests with the varnish coating suggest that at least equivalent results can be expected. The storage tests (Tables II and IV) show that where applied to the correct paper surface the insecticide is comparatively stable in this varnish if stored in darkness. Because of the degradation which takes place when pyrethrins are exposed to light, packages must be stored in a closed container. Although a reasonable shelf life might be expected when the packages are removed from the container for display, degradation will occur but not on the folded portions of the package. Clearly, the paper or carton board to be treated must have a very low rate of absorbency. On non-absorbent paper such as glassine a very rapid knockdown may be obtained, but work being concurrently carried out and not reported here, has shown that when used on paper coated on the reverse side with polythene, migration of the insecticide through the paper into the polythene may take place unless heavy sizing of the paper is first carried out. This may happen with other plastic coatings, resulting in most cases in complete loss of biological efficiency.

The insecticide varnish coatings have a matt finish and when correctly applied are indiscernable.

Results of experimental work given here indicate great promise for this insecticidal varnish where stored foodstuffs and tobacco must be protected from insect infestation.

### REFERENCES

- (1) INCHO, HARRY H., INCHO, EILEEN J., MATTHEWS, NORRIS W. (1953). Insect-proofing paper. Laboratory evaluation of pyrethrins/piperonyl butoxide formulations. *J. Agric. Ed. Chem.* 1 (20), 1200—1205. — (2) GOODWIN-BAILEY, K. F., BROOKE, J. P. (1957). The Treatment of wrapping materials for foodstuffs with pyrethrins and piperonyl butoxide for protection against insect infestation. Paper presented at the IVth International Congress on Crop Protection, Hamburg. — (3) BROWN, N. C., PHIPERS, R. F., and WOOD, M. C. (1956). The analysis of pyrethrins. Part II. A Sulphur Colour test. *Pyrethrum Post* 4 (1), 24—29. — (4) JONES, H. A., ACKERMAN, H. J., WEBSTER, MARIAN E. (1952). The colorimetric determination of piperonyl butoxide. *J. Ass. Off. Agric. Chem.* 35 (1), 771—780. — (5) SMITH, A. H. (1959). Inclined plane surface oil absorption test. An instrumentation study. Packaging and Allied Trades Research Ass., Leatherhead, England, Printing Report No. 27.

# DIE GETREIDESCHUTZPROBLEME IN JUGOSLAWIEN

BUDIMIR K. ILIĆ

Landwirtschaftliche Fakultät, Beograd, Jugoslawien

## Vorratshäuser und Getreidetransport

Vor dem zweiten Weltkrieg war bei uns in Jugoslawien nur eine geringe Anzahl großer Getreidelagerhäuser vorhanden, und diese waren alle von schwacher Konstruktion. Es hatte eben in den wichtigsten Getreiderayons der Ausbau einiger großer Silos begonnen, als der Krieg ausbrach. Maisvorräte ausgenommen, die von altersher in besonderen Maisspeichern aufbewahrt wurden, haben die Erzeuger schon immer nach althergebrachter Weise kleinere Getreidemengen in verschiedenen Räumen ihrer Häuser aufbewahrt. In den meisten Fällen jedoch zwangen sie ihre schwachen Vermögensumstände schon nach der Ernte fast ihren ganzen Weizen, den nötigen Vorrat für eigene Ernährung ausgenommen, zu verkaufen.

Die Getreidehändler besaßen nur gewöhnliche Magazine, da sie ebenfalls das Korn nicht länger aufbewahrten (höchstens 2—3 Monate lang), sondern weiter verkauften oder exportierten. Auch die Mühlen besaßen nur Magazine, meistens aus Holz gebaut, in denen kleinere Kornmengen, d. h. die nötigsten Vorräte für ein paar Monate, lagerten.

In der Nachkriegsperiode hatte sich die Situation hinsichtlich der Getreidemagazine im Grunde genommen nicht wesentlich geändert, da völlig unorganisiert hie und da einige kleinere und größere Magazine errichtet wurden. Gebaut wurden auch eine Anzahl Kornlagerhäuser neben den Eisenbahnstrecken und an den wichtigeren Straßen, in denen die Kornabnahme von den Erzeugern stattfand und wo das Getreide auch eine Zeitlang aufbewahrt wurde. Da die Erzeuger gewöhnlich den Aufkaufsunternehmen ihre ganze Kornmenge verkauften, und dies ziemlich rigoros durchgeführt wurde, so blieben natürlich diese kleinen Getreidemengen zunächst in den Vorratsspeichern der Erzeuger liegen. Hie und da gab es Ausnahmen, jedoch keine größeren Unterschiede.

Das importierte Getreide (hauptsächlich aus USA) wurde gleich nach seiner Ankunft an verschiedene Landesgebiete verteilt, so daß es ebenfalls nicht länger auf einem Platz gespeichert lag. Fand man darin manchmal irgendwelche Kornschädlinge, so wurde die ganze Menge in große Silos gebracht, wo es der Fumigation unterworfen wurde, um erst danach verteilt zu werden.

Neuerdings hat sich jedoch die Situation in bezug auf die Vorratshäuser und Lagerung großer Getreidemengen von Grund aus geändert. Mit der gesteigerten Weizenproduktion machte sich auch der Bedarf nach großen Vorratshäusern bemerkbar, insbesondere nach den modernen Silos mit großer Kapazität und neuartiger Manipulation, in denen das Getreide eine längere Zeit aufbewahrt werden könnte. In den letzten Jahren begann nun der Ausbau mehrerer großer Silos und Vorratshäuser, in denen alljährlich Überschüsse an Korn aufbewahrt werden sollen. Sie werden auch nicht nur bei den großen Handelsunternehmen, sondern auch bei großen Mühlen gebaut.

Auch verschiedene landwirtschaftliche Organisationen haben mit dem Ausbau größerer Aufnahmespeicher begonnen, und auf diesem Gebiet herrscht noch immer rege Arbeit.

Am schwierigsten steht es mit den Getreidespeichern der Erzeuger, da sie nicht zweckdienlich gebaut sind und den neuzeitlichen Ansprüchen nicht mehr genügen. Unsere landwirtschaftlichen Organisationen (Bauerngenossenschaften und Staatsgüter) treten überall in Kooperation mit den Bauern ein und erzeugen das Getreide unter Anwendung modernster Agrotechnik. Infolge der raschen Produktionssteigerung sind sie oft gezwungen, das Korn für eine längere oder kürzere Zeit in Magazinen und Speichern der Erzeuger liegen zu lassen, um es erst später in die Sammlagerhäuser zu transportieren. Gewöhnlich ist infolgedessen das Korn schon in den Kornkammern der Erzeuger von Schädlingen befallen und die Insekten werden dann in große Silos und Lagerhäuser verschleppt, wo sich die Insekteninfektion dann rasch verbreitet.

## Schädlinge

Unter den meistverbreiteten Schädlingen ist an der ersten Stelle der Kornkäfer (*Calandra|Sitophilus|granaria* L.) zu nennen. Obwohl sich gegenwärtig bei uns in den meisten Gegenden die Situation in bezug auf diesen Schädling ziemlich geändert hat, da seine Stelle langsam aber sicher der Reiskäfer (*Calandra|Sitophilus|oryzae* L.) einzunehmen beginnt. Früher war das Verhältnis zwischen diesen Käfern: 80% Kornkäfer und 20% Reiskäfer, dies ist jedoch jetzt längst nicht mehr der Fall. In manchen Magazinen ist das vollkommene Gegenteil beobachtet, und in manchen sind sogar nur Reiskäfer festgestellt worden. Eine der Hauptursachen für diese Massenerscheinung des Reiskäfers ist die ständige frühere Korn- und Reiseinfuhr, so daß trotz der Quarantäne und anderer Maßnahmen dieser Schädling in unsere Vorratshäuser eingedrungen ist.

Der zweitwichtigste Schädling ist die Dörrobstmotte (*Plodia interpunctella* Hbn.). Es ist interessant, zu erwähnen, daß früher am Mais hauptsächlich die Getreidemotte (*Sitotroga cerealella* Oliv.) auftrat, die in den letzten Jahren in geringer Anzahl anzutreffen ist, während in den Jahren 1958—1959 ein Massenauftritt der Dörrobstmotte beobachtet wurde. Es war in diesen beiden Jahren kein Maisspeicher ohne diesen Schädling.

Sekundäre -Vorratsschädlinge treten regelmäßig, und zwar vorwiegend am länger lagernden Getreide auf, wo keine entsprechenden Maßnahmen getroffen werden. Das sind zunächst zwei Reismehlkäfer (*Tribolium castaneum* Herbst. — *Tribolium confusum* Du Val.) und der Getreideplattkäfer (*Oryzaephilus surinamensis* L.). Häufig ist auch, besonders in den Magazinen in Ostserbien, der Leistenkopfplattkäfer (*Laemophloeus* ssp.) anzutreffen. Der schwarze Getreidenager (*Tenebr(i)oides mauritanicus* L.) ist besonders stark in alten, aus Holz gebauten, Magazinen vertreten.

Neben den gewöhnlichen Schädlingen: der Mehlmotte (*Ephestia kühniella* Zell.) und dem Reismehlkäfer kommt in den Mühlen auch häufig der schwarzbraune Reismehlkäfer (*Tribolium madens* Chp.) vor (Freeman, 1959).

Milben sind nicht selten in den Vorratshäusern anzutreffen, jedoch, die nördlicheren Gebiete des Landes und niederschlagreiche Jahre ausgenommen, kommt es zu ihrem Massenanfall sehr selten.

Die Nagetiere sind eine stete Plage, und zwar sind es beide Rattenarten: die Hausratte (*Rattus rattus* L.) und die Wanderratte (*Rattus norvegicus* Erxl.), gegen die ständig gekämpft wird.

## Schädlingsbekämpfung

Aus vorher erwähnten Gründen — d. h. wegen des kurzfristigen Aufhaltens des Korns in den Getreidelagerhäusern — wurden früher auch keine systematischen Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen unternommen.

Mangel an positiven sanitären Vorschriften hat auch das Mahlen von verschiedenen Schädlingen befallenen Getreides ermöglicht, und es ist leicht verständlich, daß die Schädlinge in den Vorratshäusern überhaupt nicht bekämpft wurden. Gegenwärtig wird an entsprechenden gesetzlichen Vorschriften gearbeitet, die es notwendig dazu bringen werden, daß auch dem Problem der Vorratsschädlinge die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt wird.

Die Desinfektion leerer Magazinsräume wird ziemlich weitgehend mit einigen DDT- oder Lindanpräparaten vorgenommen. Diese Aktion wird jetzt hauptsächlich in großen Getreidelagerhäusern konsequent durchgeführt, sie soll sich aber neuerdings auch auf die Vorratskammern und Speicher der Erzeuger — die Hauptquelle der Infektion — verbreiten.



Ebenso wird in den großen Lagerhäusern bei der Getreideaufnahme größte Vorsicht geboten und das befallene Getreide sofort der Fumigation unterworfen, um auf diese Weise das Einschleppen der Schädlinge in die Magazine zu verhindern.

Direkte Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen wurden bisher nur in den großen Silos und Lagerhäusern durchgeführt, aber die modernen, gegenwärtig im Ausbau begriffenen Silos werden mit eigenen Fumigationsanlagen ausgerüstet.

Spezielle Equipen, gewöhnlich im Rahmen des Sanitätsdienstes, haben jetzt die Fumigationsarbeiten auf breitere Basis gestellt, und so werden nun in diese Aktion auch verschiedene landwirtschaftliche Organisationen mit ihrem Fachpersonal eingeschlossen werden.

Nachdem die Bedeutung der organisierten Bekämpfung der Vorratsschädlinge in den neugeschaffenen Bedingungen erkannt wurde, sind die berufenen Staatsorgane wie auch verschiedene Gesellschaften und Genossenschaften der Lösung des Problems beigetreten. Es wurden als erstes spezielle Kurse und Seminare organisiert, in welchen die Teilnehmer ausführlich nicht nur mit den verschiedenen Schädlingsarten, sondern auch mit den Maßnahmen für ihre direkte Bekämpfung oder Verhinderung ihrer Massenerscheinung bekanntgemacht werden.

Diese Seminare und Kurse umfaßten nicht nur die landwirtschaftlichen Fachleute und Entomologen, sondern auch Sachverständige aus den verschiedenen Getreidehandelsorganisationen. Die modernen Silos setzen die Anstellung eines solchen geschulten Fachmanns voraus, dessen Tätigkeit sich nicht nur auf die Problematik in Silos beschränken wird, sondern vielmehr auf die ganze unmittelbare Umgebung, aus der das Getreide kommt.

Die Tätigkeit dieser Sachverständigen zeigte bereits sehr gute Resultate, und künftig werden unsere Getreidelagerhäuser keine Verluste wegen nichtfachmännischer Schädlingsbekämpfung aufweisen.

Von den Fumigationspräparaten wird meistens das Präparat „Phostoxin“ (hergestellt auf Basis des Phosphorwasserstoffs) verwendet, und zwar nicht nur, weil es unseren Verhältnissen in den Getreidelagerhäusern am besten entspricht, sondern auch, weil die Anwendung dieses Mittels sehr einfach und jedem zugänglich ist. Jedoch ist trotz dieser einfachen Handhabung fachgemäße Durchführung der Fumigation auch mit diesem Präparat geboten. Die Sachverständigen sind bemüht, die bisherige Dosierung dieses Präparates zu vermindern und haben bereits gute Ergebnisse in dieser Richtung erzielt.

Auch die Fumigation mit Methylbromid in spezifischen Bedingungen (d. h. in gut gebauten Magazinen und Silos, unter Zelten und a. m.) verbreitet sich immer mehr und verdrängt langsam, aber um so sicherer die Anwendung von Zyanwasserstoff.

Es wurde auch ein Zentrallaboratorium ausgerüstet, in dem nicht nur die Vorratsschädlinge untersucht, sondern auch die verschiedenen Fumigationspräparate einzeln geprüft und die wirksamsten und wirtschaftlichsten Anwendungsmethoden im Kampfe gegen verschiedene Schädlingsarten erprobt werden.

#### LITERATUR

FREEMAN, J. A. (1959): Some Records of the Occurrence of Storage Insects and Mites in Jugoslavia. „Beiträge zur Vorratsschutzforschung“, Ges. Vorratsschutz R. V. Berlin-Steglitz.

# REPORT ON THE LIQUIDATION OF SOME INSECTS AND MITES WHICH DESTROY FOOD IN CZECHOSLOVAKIAN STORES

J. PULPÁN, P. VERNER, H. and J. FIGALA

In Czechoslovakia the research of insects and mites, living in stores, has been started in the year 1954, only. First of all the interest has been concentrated to the protection of supplies of stored grain, where the damages caused by these insects and mites, have been the highest.

Before the year 1953 from the whole quantity of the stored grain, had been infested: 12,8% with *Calandra granaria* et *C. oryzae*, 10% with *Acari*, especially from the genus of *Tyroglyphus*, *Tyrophagus* et *Glycyphagus*, and about 6% with *Ephestia elutella*, *Plodia interpunctella* et *Tinea granella*.

First of all the attention has been concentrated to the liquidation of weevils and the results of research have been quickly introduced in practice. In the year 1956 the quantity of weevils has gone down to 0.3% infestation of all the stored supplies of grain and this situation is keeping on this level up-to-date. To the control of weevils preventative steps have been taken in empty granaries with contact-preparations on the basis of DDT and Lindan (gamma-HCH). The import of grain infected with weevils is immediately fumigated with methyl bromide or ethylene oxide + CO<sub>2</sub> in the relation 1:9. To the ascertainment of hidden infestation by weevils a new method has been elaborated, where a new colouring matter of chromolan violet successfully has been applicated, which dyes the gelatine stopper on the infected grain-corns. Upon the focus-occurrence of weevils Phostoxin (aluminium phosphide in the tablets), produced by the firm Degesch is applicated in the dosage 7—15 g/m<sup>3</sup>, at an exposition of 72 hours.

A further important damage-insect of stored grain is the moth *Ephestia elutella* which has occurred in the granaries from the year 1952, only. Since the year 1956 effective steps have been made to their control by using contact-preparations of oil-aerosols DDT and of thermic aerosols on the basis of HCH-Lindan against the adults at the spring-collective swarming-time of the first generation.

The results have showed a strong reduction of the number of these insects. A similar method is used against further, but little occurring species that is against *Plodia interpunctella* and *Tinea granella*. Further damage-insects of the kind of moths *Sitotroga cerealella* and *Ephestia kühniella* are rare in the granary stores.

The most important problem at stored grain in Czechoslovakia has been the putting of mites *Tyroglyphus farinae*, *Glycyphagus destructor* and others. Every year more than 10% of stored supplies have been infected by those. The fumigation with methyl bromide and hydrogen phosphide in our conditions is not effective in all developing degrees of mites. Pulpán and Verner (1959), in the years 1957—1959 have been working on this problem and have proposed a biological method of fight. In this method they used the mite *Cheyletus eruditus* for the control of mites *Tyroglyphus* and *Glycyphagus*.

Experiments in practice which have been made with 10—1500 tons of stored grain, where the mite has been inoculated in the relation 1 *Cheyletus* to 100—1000 exemplares of *Tyroglyphus* and *Glycyphagus* have been successfully finished during 1.5—5 months. In this time *Tyroglyphus farinae* has been wholly destroyed and the quantity of mites *Glycyphagus destructor* has been reduced to a minimum. At the control of *Tyroglyphus* and *Glycyphagus* cannibalismus occurs at the *Cheyletus* through which their own number is reduced. The adult-females only outlive the cannibalismus which during the certain time outlive in the grain and are able to prevent of an eventual occurrence of mites

*Tyroglyphus* and *Glycyphagus*. A very effective prevent step putting of *Cheyletus* to non-infected grain has showed in the relation 1 *Cheyletus* to 100 kg of grain.

At the higher infestation of grain by injurious mites *Tyroglyphus* and *Glycyphagus* (1000 exemplares on 1 kg), however, slowly increasing *Cheyletus* do not suffice to destroy the injurious mites. In this case there the combination of the chemical and biological control has been applicated. By means of fumigation with methyl bromide 30—40 g/m<sup>3</sup>—exposition 48 hours or by means of hydrogen phosphide (Phostoxin) 20—25 g/m<sup>3</sup>—exposition 72 hours, the quantity of mites is substantially reduced (50—5%).

14 days after this treatment it is necessary to put 1 *Cheyletus* to 50—100 kg of grain which liquidates by means of chemical treatment non-destroyed mites (most outlive the hypops, accidentally further developing degrees).

The experiments with biological liquidation have been carried out with grain about 14—19% Relative Humidity; at the lower moisture of the grain the injurious mites do not increase. The biological liquidation of the injurious mites by the help of *Cheyletus* is economical advantageous on the stored grain for a long time. The presence of *Cheyletus eruditus* in the grain is not a hygienic problem, because these species do not cause the smell of grain and the remaining mites and died bodies are to be easily remove by means of mechanical overcleaning by the expediture of products. At the same time this method is wide introduced in Czechoslovakia in the practice.

## THE INFLUENCE OF CLIMATE ON INSECT POPULATIONS OF FLOUR MILLS

J. A. FREEMAN

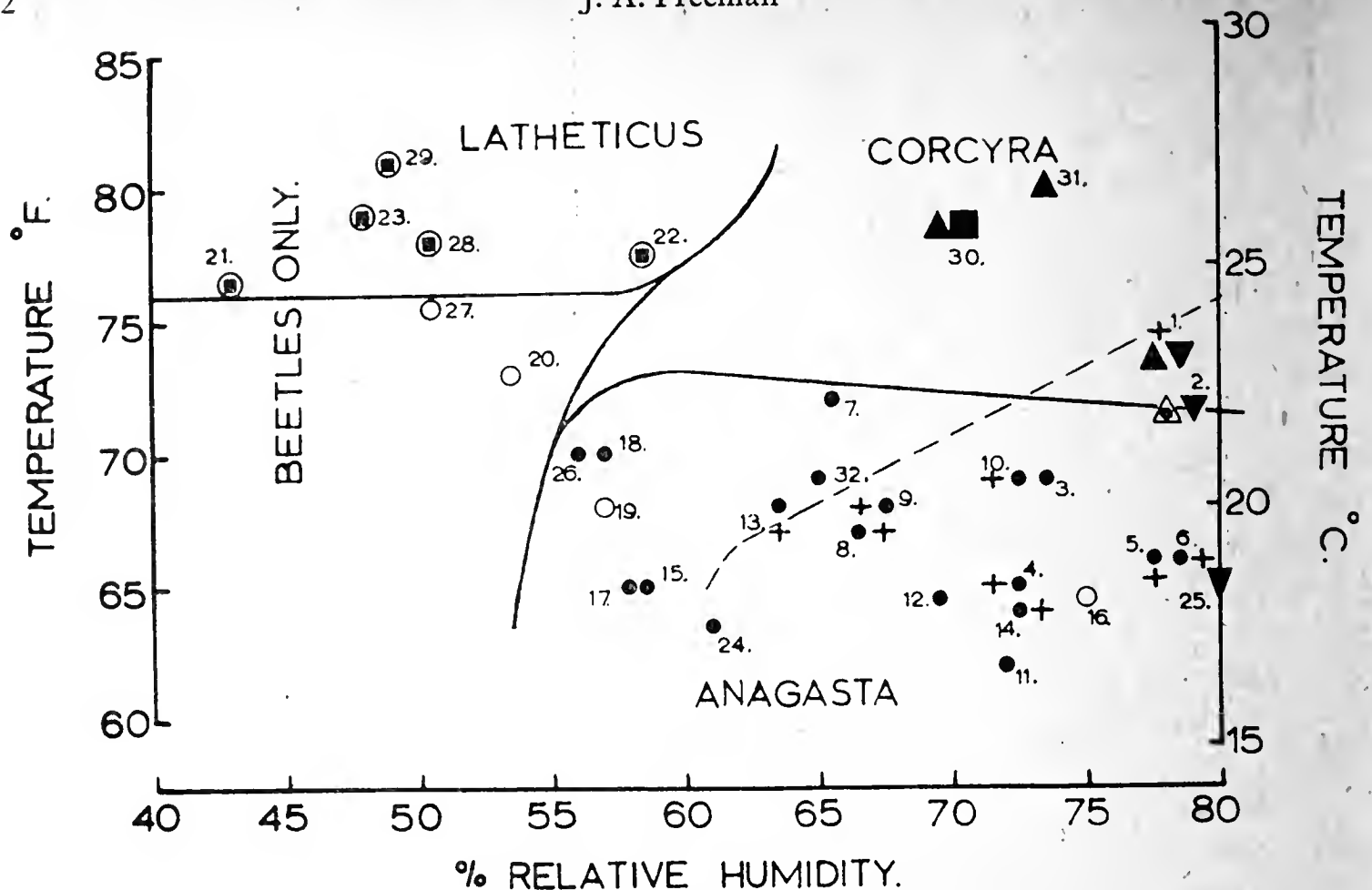
### I. Introduction

This paper is based principally on observations in fifty roller flour mills in various parts of the world between 1954 and 1958, and is concerned with the influence of climate on the nature of insect populations in the milling machinery, especially the occurrence of *Anagasta kübniella* (Zeller), *Corcyra cephalonica* (Staint.) and beetles of the genera *Tribolium*, *Gnathocerus*, *Latheticus* and *Cryptolestes*. It is not concerned, except where specifically stated, with the insects occurring in the stocks of wheat and finished products in the mills.

### II. The roller flour mill as an environment for insects

The roller flour mill in its present form was developed during the mid-nineteenth century in Central Europe, but it was not until after about 1874 that it was widely adopted in other parts of the world (Lockwood 1952). *Anagasta kübniella*, the major pest of flour mills in temperate countries, was first described from a mill in Germany in 1877 and during the next twenty years it appeared in mills in many other countries (Zacher 1939), as the new system of milling was adopted. By 1932, it had become almost world wide, except for the Far East and Africa south of the Atlas Mountains, where it occurred as a local introduction in South and East Africa (Richards and Thomson, 1932).

The roller flour mill provides within the machinery an environment which can be colonised by many species of insects and mites. High temperatures are maintained throughout the year in the machinery since the milling process itself results in the production of heat; in most temperate parts of the world it is also necessary to heat the mill buildings in winter to ensure proper working conditions. Large quantities of air



### SYMBOLS.

- ▲-----CORCYRA.
- ▼-----E. CAUTELLA.
- A. KÜHNIELLA.
- LATHETICUS ORYZAE.
- MOTHS ABSENT (BEETLES USUALLY PRESENT).
- +-----GNATHOCERUS CORNUTUS.

Figure 1. The influence of temperature and humidity on the occurrence of *Anagasta kühniella*, *Corcyra cephalonica*, *Latheticus oryzae* and *Gnathocerus cornutus* in flour mills.

Notes: Temperatures and relative humidities based on A. M. 1958.

Temperature: The temperature at each station is the mean of the daily maximum and minimum readings, except that where the minimum or maximum in any month is less than 60°F (15.5°C), it has been raised to that figure for calculating the mean. This is to allow for the heating of mills in areas where this is necessary.

Relative Humidity: The mean of two daily readings generally at or about periods of maximum and minimum.

are passed through the machinery as part of the manufacturing process. Thus, in all parts of the world temperatures in the machinery and milling sections are unlikely to be less than that of the outside air and in those areas where mills are artificially heated for some part of the year the temperatures will be considerably more. This minimum temperature is unlikely to be less than 60—65°F (15.5—18°C).

Relative humidity of air within machines is also likely to be affected by the outside air except that it will also be considerably influenced by the initial moisture content of the wheat as conditioned for milling. The relative humidity of the outside air has an effect as shown by the fact that in hot dry areas millers must allow much more "milling loss" for evaporation of water during milling than in temperate areas.

In examining the distribution of insects in mills in relation to climatic conditions it has been necessary to use standard meteorological records (Air Ministry 1958) owing to the absence of observations inside mill buildings. The figures used in the tables and illustrations in this paper have been adjusted to allow for the heating of mills in winter, according to the footnote to Fig. 1.



III. The occurrence of insects in flour mills

(i) General

The mills visited can be broadly classified into those situated in hot dry climates (over 71.5°F [22°C] and less than 60% R.H.), hot damp climates (over 71.5°F and 70% R.H.) and moderate climates (less than 71.5°F and over 55% R.H.) respectively (Table 1).

Table 1  
Occurrence of principal insects in mills according to climatic conditions

Conditions	Hot/Dry	Hot/Damp	Moderate
Temperature .....	> 71.5°F (22°C)		< 71.5°F
Humidity .....	< 60	> 70	> 55% R.H.
No. of mills seen .....	10	4	36
<i>Anagasta kühniella</i> .....	—	neg.	XXX
<i>Corcyra cephalonica</i> .....	—	XXX	—
<i>Tribolium castaneum</i> .....	XXX	XXX	neg.
<i>Tribolium confusum</i> .....	XXX	XXX	XXX
(1) <i>Gnathocerus cornutus</i> .....	—	neg.	X
(2) <i>Latheticus oryzae</i> .....	XX	neg.	—
<i>Tenebroides mauritanicus</i> .....	X	XXX	XX
(3) <i>Cryptolestes ferrugineus</i> .....	X	neg.	—
<i>Cryptolestes pusillus</i> .....	neg.	XX	neg.
<i>Cryptolestes turcicus</i> .....	—	—	XX
(4) <i>Cryptolestes capensis</i> .....	—	—	X

Rate of occurrence per 10 mills

— absent      2—4 occurrences X      5—7 XX      8—10 XXX

- (1) Not in Asia.
- (2) Middle East only.
- (3) West-Pakistan only.
- (4) No further east than South-Turkey.

In the hot dry group, there are no moths, but the beetles *Tribolium castaneum* (Herbst), *T. confusum* J. du V., *Latheticus oryzae* Waterh. and *Cryptolestes ferrugineus* (Steph.) are present.

In the hot damp group, there are the moth *Corcyra cephalonica* and the beetles *T. confusum*, *T. castaneum* and *Tenebroides mauritanicus* (L.); *Ephestia cautella* (Wlk.) and *Cryptolestes pusillus* (Schoen.) may occur.

Mills situated in regions of moderate climate, including those where heating is necessary in winter, have *Anagasta kühniella* as the dominant moth, with *T. confusum* as the principal beetle, together with *Cryptolestes turcicus* (Grouv.) and *Tenebroides mauritanicus*. *Gnathocerus cornutus* (F.) and *Cryptolestes capensis* (Waltl.) may also occur, but appear to be limited as much geographically as by climate.

These observations are generally in line with those of Stroyan (1946), who, in visits to mills in both the dry and damp hot areas of pre partition India, found *Corcyra* but no *Anagasta*. *Ephestia cautella* occurred as an occasional minor pest. He found *Latheticus oryzae* to be common and numerous, and noted the absence of *Gnathocerus cornutus*. He found *T. castaneum*, but no *T. confusum*, a species found regularly by myself.



## OCCURRENCE OF INSECTS IN FLOUR MILLS IN SOUTH AMERICA

J 1375.

Fig. 2. Occurrence of *Corcyra*, *Ephestia cautella* and *Anagasta kühniella* in flour mills in S. America.

A detailed examination of the distribution of each group of insects provides more information of the probable influencing factors.

### (ii) *Anagasta* and *Corcyra*

*Anagasta* was generally found at temperatures less than 71.5°F (22°C) and relative humidities not less than 55%; *Corcyra* occurred at temperatures over 71.5°F and high relative humidities (over 70%). (Fig. 1.)

An interesting gradation from *Corcyra* to *Anagasta* was observed on the Eastern Coast of South America (Fig. 2). The northernmost mill, at Rio de Janeiro (73.5°F [23°C], 78% R.H.), had a severe infestation of *Corcyra*, with some *Ephestia cautella*. That at Santos (71.5°F [22°C], 78.5% R.H.), a little further south, had also a severe infestation of *Corcyra*, but a few *Anagasta* occurred, in the lower floors of the mill. The other three mills at Rio Grande (69°F [20.5°C], 73.5% R.H.), Montevideo (65°F [18.5°C], 72.5% R.H.) and Buenos Aires (66°F [19°C], 77.5% R.H.) had *Anagasta* only.

In mills visited in the United Kingdom, in North Africa, Greece, Turkey and Jugoslavia, *Anagasta* occurred; it extended into Asia only as far as mills at Tabriz, Resht and Teheran in North West Iran (Fig. 3).

No moths were seen in mills in Irak, Iran and Pakistan, South and East of a line from S. Turkey to N. Iran, except at Karachi and Dacca, where *Corcyra* was found. Its occurrence at Karachi is associated with the moister conditions due to the sea and at Dacca to the generally hot moist climate.



Fig. 3. Infestation of flour mills in Europe, North-Africa and Middle East.

(iii) *Cryptolestes* spp. (Fig. 4)

Four species of *Cryptolestes* spp. were found. The most common was *C. turcicus* in S. America, Europe, N. America and Turkey, but no further East than North-West Iran, a distribution similar to *Anagasta*. *C. turcicus* did not appear to extend quite so far as *Anagasta* into the drier and warmer zone. It was only found once outside the milling machinery, in grain residues in a store at Trabzon in N. Turkey, used not only for Turkish wheat but also for grain imported from the U.S.A., where this species is known to occur in stores and mills (Howe and Lefkovitch 1957).

*C. capensis*, the other species confined to mills, was found in Yugoslavia and in mills on the shores of the Mediterranean, but no further east than Iskenderun in S. Turkey. Its distribution in regard to temperature is almost the same as *C. turcicus*, but it is less tolerant of low relative humidities.

Although *C. pusillus* occurred in mills in each continent it was never numerous. With one exception, a mill in Greece, it was found only where the mean temperature exceeded 70°F; it appeared very tolerant of humidity.

*C. ferrugineus* occurred in mills in Iraq and Pakistan, including the mill at Karachi where *Corcyra* occurred. In general, however, it was found where mean temperatures exceeded 75°F and relative humidities were low, that is, those mills in which no moths occur and those in which *Latheticus* is also found.

Since *C. ferrugineus* breeds in wheat throughout the regions studied and if *C. pusillus* does not occur naturally it may reach mills in imported wheat, it would seem that these two species can only establish themselves in mills where conditions are unfavourable for *C. turcicus* and *C. capensis*, as in many of the mills where the latter species were found in the machinery, *C. ferrugineus* and *C. pusillus* were present in the stocks of wheat awaiting milling.

The records of *Cryptolestes* spp., given in this paper, other than those in Yugoslavia, Iran, Iraq and Pakistan, were previously included in Howe and Lefkovitch (1957) in which a full discussion of the distribution of the storage species of this genus may be found.

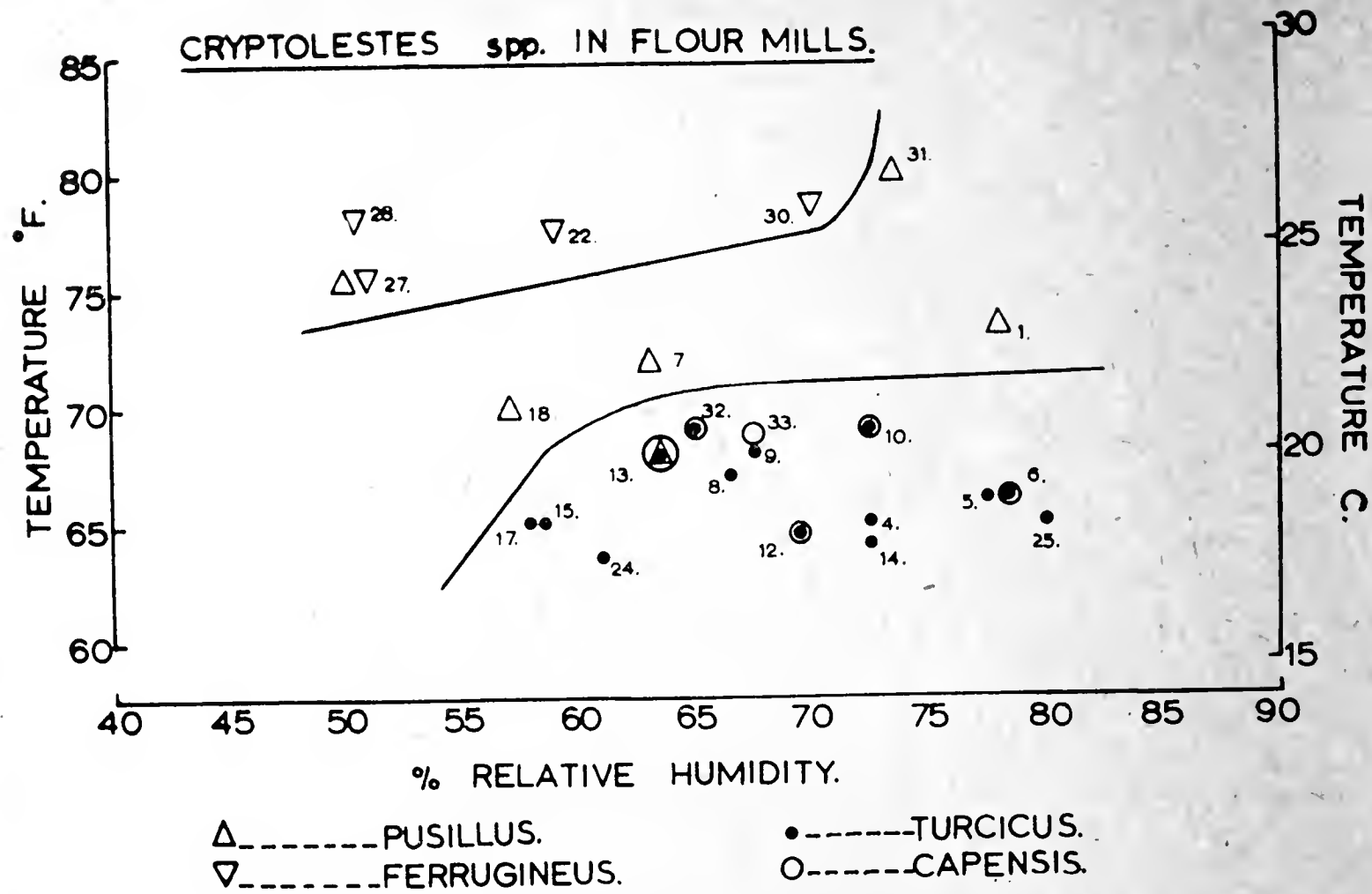


Fig. 4. The influence of temperature and humidity on the occurrence of *Cryptolestes spp.* in flour mills.

(iv) *Gnathocerus cornutus* (Fig. 1)

This beetle did not extend into Asia, the most easterly infested mill being at Istanbul. It appears to require much the same conditions as *Anagasta kühniella*, although it may be a little more tolerant of high temperatures (it occurred in the mill in Rio de Janeiro) and less tolerant of low humidities.

(v) *Latheticus oryzae* (Fig. 1)

This species, which occurs in wheat throughout the regions studied, especially when this has already been attacked by other species, was found in mills in Iran, Iraq and Pakistan, usually in the areas of high temperature, (over 75°F, 24°C) and low humidity. (Five of the six records were at less than 60% R.H.) It seems that this species, like *C. ferrugineus*, can only establish itself in mills under conditions which exclude competitors.

(vi) *Tribolium spp.*

Both *Tribolium confusum* and *T. castaneum* occurred in mills throughout the whole range of climatic conditions, but the former was generally more common. In the 25

Table 2

The occurrence of *Tribolium castaneum* and *T. confusum* in mills according to temperature

Mean Temperature	No. of mills having		Total
	<i>T. castaneum</i>	<i>T. confusum</i>	
+ 75.5°F (24.2°C) . . . . .	9	9	10
+ 70.5°F (21.4°C) . . . . .	3 (6)	3 (6)	5
+ 65.5°F (18.7°C) . . . . .	2 (1)	20 (10)	21
Less than 65°F (18.3°C) . . .	3 (2.5)	12 (10)	12
	17 (3.5)	36 (7.5)	48

The rate per 10 mills is shown in parentheses.



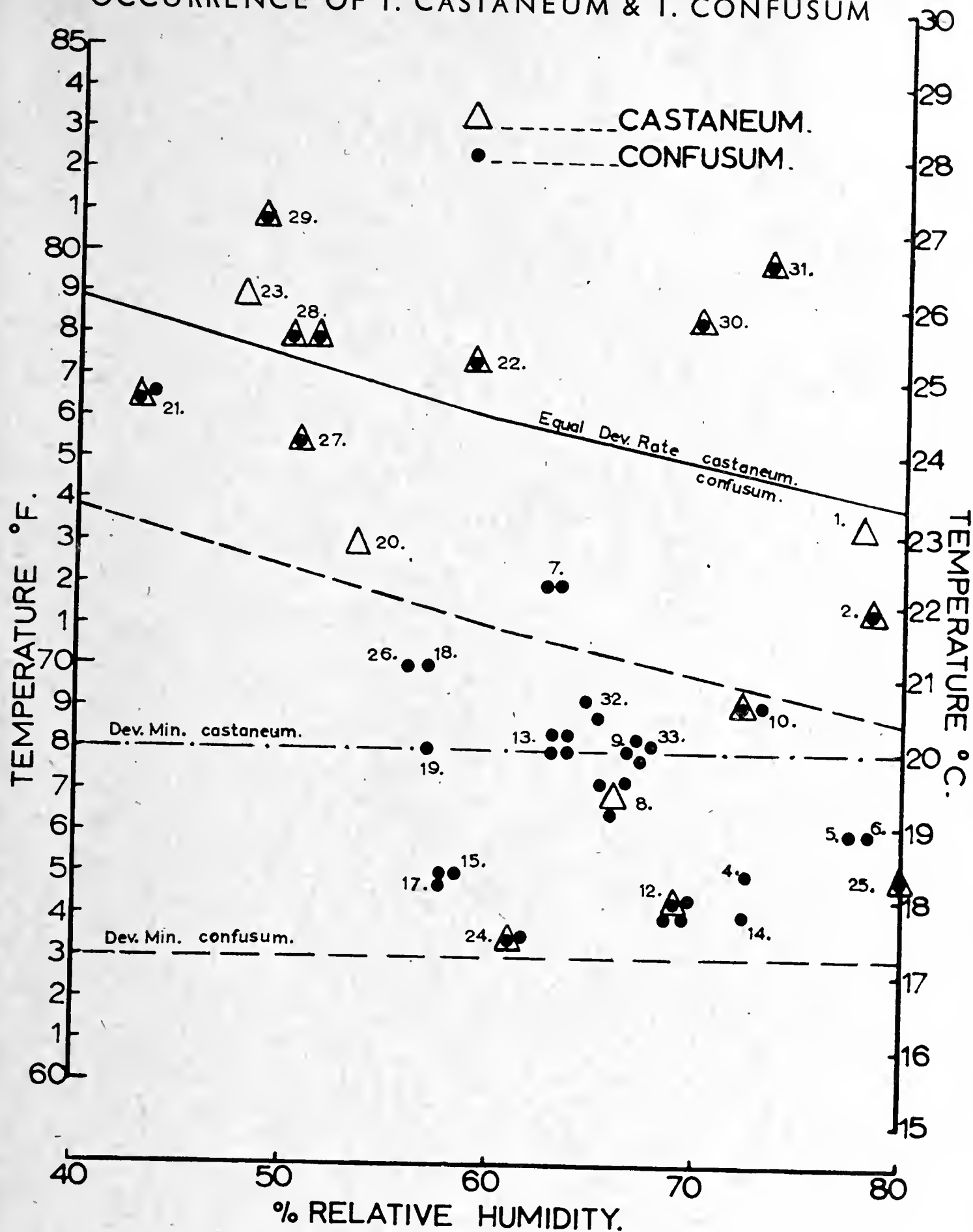
OCCURRENCE OF *T. CASTANEUM* & *T. CONFUSUM*

Fig. 5. The occurrence of *Tribolium castaneum* and *T. confusum* in flour mills.

The lines of equal development rate and the minimum developmental temperature for *T. confusum* are from Howe (1960); the minimum developmental temperature for *T. castaneum* from Howe (1956). At temperatures and humidities above the equal development rate line, *T. castaneum* increases faster than *T. confusum*; below the converse occurs. (Howe 1960.)

mills seen in Mediterranean countries *T. confusum* occurred 23 times against only twice for *T. castaneum*. The latter occurred more frequently as temperature increased. Humidity did not appear to exercise much influence. (Table 2, Fig. 5.)

The work of Howe (1956, 1960) in breeding these species under controlled conditions provides an explanation of this distribution. He found that at temperatures over 74°F (23.5°C) to 79°F (26°C) and at relative humidities over 80% to 40% respectively, popula-

tions of *T. castaneum* increased more rapidly than *T. confusum*. Below these temperatures, to the developmental minima of 68°F (21°C) and 63°F (17.5°C) respectively, the converse was true.

The application of Howe's figures to the present data also indicate that the temperatures in the mills must be generally at least five deg. F (three deg. C) higher than indicated by the use of meteorological data.

#### IV. Discussion

The tentative conclusions reached in this preliminary study have been based on the inspection of a relatively small number of flour mills. More information on the nature and extent of infestation in flour mills is needed from other parts of the world, especially in those areas where conditions are likely to be marginal between the typical "*Corcyra*", "*Anagasta*" and "*Beetles only*" associations. Thus, Willcocks (1925) stated that both *Anagasta* and *Corcyra* occur in flour mills in Cairo, Egypt, but that the latter breeds slowly.

As meteorological observations at the nearest point to Cairo (Helwan) indicate unfavourably dry conditions for *Corcyra*, there must be special local circumstances modifying the general climate. This emphasises the need for records of actual temperatures and relative humidities in mill buildings and machinery so that the relation between these and standard meteorological records may be established and the manner in which these factors affect the biology of insects in flour mills more clearly established.

#### REFERENCES

- AIR MINISTRY (Meteorological Office) (1958): Tables of temperature, relative humidity and precipitation for the world. Parts II, III, IV, V, H.M.S.O. (London). — FREEMAN, J. A. (1958): Control of Pests in Stored Agricultural Products (OEEC, Paris 1958). — FREEMAN, J. A. (1959): Some records of the occurrence of storage insects and mites in Jugoslavia. Beiträge zur Vorratsschutzforschung, Berlin 1959, 3—7. — HOWE, R. W. (1956): The effect of temperature and humidity on the rate of development and mortality of *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera, Tenebrionidae). Ann. appl. Biol. 44 (2), 356—368. — HOWE, R. W. (1960): The effects of temperature and humidity on the rate of development and the mortality of *Tribolium confusum* Duval (Coleoptera, Tenebrionidae). Ann. appl. Biol. 48 (2), 363—376. — HOWE, R. W. and LEFKOVITCH, L. P. (1957): The distribution of the storage species of *Cryptolestes* (Col. Cucujidae). Bull. ent. Res. 48 (4), 795—809. — LOCKWOOD, J. F. (1952): Flour Milling 3rd Ed. Northern Publ. Co., Liverpool. — RICHARDS, O. W. and THOMSON, W. S. (1932): A contribution to the study of the Genera *Ephestia*, Gn. and *Plodia*, Gn. Trans. ent. Soc., Lond. LXXX, 169—250. — STROYAN, H. L. G. (1946): Biological notes on Indian stored product insects. Ent. Lond. 997 (79), 135—139. — WILLCOCKS, F. C. (1925): The insect and related pests of Egypt. Vol. II. Sultana agric. Soc. Cairo, 1925. — ZACHER, F. (1939): Verschleppung und Einbürgerung von Vorratsschädlingen. Verh. 7. Int. Kong. Ent. (Berlin), pp. 2919—2926.

Fig. 1, 4 and 5. Key to places visited: places in brackets indicate source of data where no meteorological records are available for places visited.

1. Rio de Janeiro (Brazil)
2. Santos (Brazil)
3. Rio Grande (Porto Alegre) (Brazil)
4. Montevideo (Uruguay)
5. Buenos Aires (Argentina)
6. Casablanca (Morocco)
7. Marrakesh (Morocco)
8. Mascara, Frenda (Algiers) (Algeria)
9. Tunis (Tunisia)
10. Sfax, Sousse (Tunisia)
11. Greenwich (England)
12. Osijek, Pančevo, Novi Sad, Subotica (Belgrade) (Jugoslavia)
13. Kavalla, Piraeus, Patras, Kalamata (Piraeus) (Greece)
14. Istanbul (Turkey)
15. Ankara (Turkey)
16. Trabzon (Turkey)

17. Konya (Turkey)
18. Adana (Turkey)
19. Izmir (Turkey)
20. Mosul (Iraq)
21. Bagdad (Iraq)
22. Basra (Iraq)
23. Abadan (Iran)
24. Tabriz (Van) (Iran)
25. Resht (Lenkoran) (Iran)
26. Teheran (Iran)
27. Peshawar (West-Pakistan)
28. Lyallpur (Lahore) (West-Pakistan)
29. Multan (West-Pakistan)
30. Karachi (West-Pakistan)
31. Dacca (Narayanganj) (East-Pakistan)
32. Mersin, Iskenderun (Antalya) (Turkey)
33. Fez (Morocco)

# AN EXPERIMENTAL AND THEORETICAL APPROACH TO THE AGE STRUCTURES OF POPULATIONS OF CONTINUOUSLY BREEDING ANIMALS

L. P. LEFKOVITCH

## INTRODUCTION

In trying to evaluate the effectiveness of control measures upon the subsequent development of a population, of prime importance is an understanding of, and if possible, an evaluation of the increase of the population in its normal environment.

An approach to this problem was introduced into the field of stored products entomology when the equations suggested by Lotka (1925) for the study of human populations were applied by Birch (1948). These equations have been of great interest in attempting to consider the relationship between environment and population growth (e. g. by Howe, 1958).

Essentially, Lotka's equations are derived from

$$N_t = N_0 e^{r_m t}$$

where  $N_0$  and  $N_t$  are the numbers present at time 0 and  $t$ ,  $r_m$  is defined as the innate or intrinsic capacity for increase and  $e$  is the base of natural logarithms. The details of computation of the parameter  $r_m$  are given by Leslie and Park (1949) and Andrewartha and Birch (1954).

The innate capacity for increase can be evaluated for a species under different environmental conditions; when it is zero or negative, the population does not increase or becomes extinct; when at a maximum, the conditions are most favourable for increase. This parameter has been used, albeit in a tentative manner, in attempting to predict the outcome of competition between species by assuming that the species having the highest innate capacity for increase pertaining to the environmental conditions will predominate, possibly to the exclusion of the others.

The use of the Lotka equations in this context makes the major assumption that the population has a stable or Malthusian age structure. Populations met with in infestations are rarely, if ever, of this form (for example, most infestations are initiated by one stage of the life cycle); consequently, these equations are of very little practical interest.

Leslie (1945, 1948) has presented a method by which the age structure of a population and its rate of increase can be estimated at any time after an initially non-Malthusian distribution. The relationship between Leslie's and Lotka's methods may be most simply indicated by pointing out that the principal root of the characteristic equation of a matrix derived from the life and fertility tables is equal to  $e^{r_m}$ .

Table 1

Life table and Malthusian age distribution for *Lasioderma serricorne* at 30°C. 60% R.H. in weekly periods

Age Group (weeks)	Pivotal age group	Life history stage	$l_x$	$m_x$	Percentage age distribution
0					
1	0.5	eggs	0.82		48.52
2	1.5	larvae	0.64		22.18
3	2.5	larvae	0.64		12.99
4	3.5	larvae	0.64		7.60
5	4.5	larvae and pupae	0.64		4.46
6	5.5	adults	0.64	19.1	2.61
7	6.5	adults	0.55	19.6	1.31
8	7.5	adults	0.18	1.2	0.25
9	8.5	adults	0.09		0.07
10	9.5	adults	0.00		0.002

The derivation of this matrix from the life and fertility tables is comparatively simple and is given by Leslie (1945). The numerical relationship between these tables in the experimental animal (table 1) and the matrix (table 2) is fairly clear. The values in the first row of  $M$  represent the  $m$  column of the fertility table; those in the sub-diagonal represent the  $l_x$  column expressed as the proportion of individuals alive in a particular period and entering the next.

Table 2

Matrix derived from the life table from data of Table 1

$$M = \begin{bmatrix} . & . & . & . & . & 19.1 & 19.6 & 1.2 & . & . \\ 0.82 & . & . & . & . & . & . & . & . & . \\ . & 0.78 & . & . & . & . & . & . & . & . \\ . & . & 1 & . & . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & 1 & . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & 1 & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & 1 & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . & 0.86 & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . & . & 0.33 & . & . \\ . & . & . & . & . & . & . & . & 0.50 & . \end{bmatrix}$$

By expressing an age structure as a column,  $a_0$ , known as a column vector, it is possible to premultiply it by  $M$  according to the rules of matrix algebra. The product is another column vector  $a_1$  representing another age distribution. The vector  $a_1$  can be premultiplied by  $M$  to give  $a_2$ . The column vector  $a_n$  then represents the age structure at the  $n^{\text{th}}$  period of time after  $a_0$ , the units being those which  $M$  represents and in which the life table was originally divided. In brief,

$$\begin{aligned} Ma_0 &= a_1 \\ Ma_1 &= M^2a_0 = a_2 \\ \text{and } M^na_0 &= a_n \end{aligned}$$

This last result is the most important in that it provides a means of calculation of both the age structure and the total number of individuals present at time  $n$  after  $a_0$ . As an example, the matrix  $M^3$  is given in table 3 and represents the changes which would occur in three weeks population growth.

Table 3

Matrix calculated from table 2 and applicable to time intervals of three weeks

$$M^3 = \begin{bmatrix} . & . & . & 19.1 & 19.6 & 1.0 & . & . & . & . \\ . & . & . & . & 15.7 & 16.1 & 0.82 & . & . & . \\ . & . & . & . & . & 12.2 & 12.6 & 0.78 & . & . \\ 0.64 & . & . & . & . & . & . & . & . & . \\ . & 0.78 & . & . & . & . & . & . & . & . \\ . & . & 1 & . & . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & 1 & . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & 0.86 & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & 0.28 & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . & 0.14 & . & . & . \end{bmatrix}$$

In passing, it should be mentioned that Thompson (1931) used a mathematical method devised by H. E. Soper in order to solve a similar problem to that considered here. Without going into any detail, the method is essentially matrix but neither uses the matrix notation nor takes advantage of the manipulative properties of matrices. It gives rise to cumbrous equations and to much tedious computation. However, the results obtained are as valid as those obtained by any other method.



## Experimental Method

*Lasioderma serricorne* (F.) has been used as the experimental animal for the following reasons:—

- a) the adult is short lived
- b) the adult does not feed
- c) larvae do not appreciably suffer from intraspecific competition until high densities are reached
- d) cannibalism is not known to occur
- e) the larvae can live upon almost any broken or powdered dry vegetable product
- f) most adult males live as long as most females, although some males live longer than any female i.e. the sex ratio rarely differs from unity at any time.

It has three principal disadvantages:—

- a) adults cannot easily be sexed externally
- b) larvae construct a cocoon within which to pupate
- c) larval faecal pellets are of the same order of size as the eggs.

Wheat bran, of size known in England as broad bran, was used as the food medium. Before use it was preconditioned for two weeks at 30°C, 60% R.H., the conditions of the experiment.

100 newly emerged adults were placed in each of four glass culture jars of 7.5 cm diameter and 12 cm height. Each jar was provided with 25 gm (= 175 cc) of the conditioned bran and closed by a filter paper. Each culture was divided into eight parts at intervals of three weeks by using a sample divider developed by the Fuel Research Laboratory, Department of Scientific and Industrial Research. One of the eight parts was examined, the numbers of eggs, larvae, pupae and adults being recorded. Another part was used, with the addition of sufficient bran to make up the original volume, to initiate a new culture. The remaining six parts were discarded. This experimental procedure is equivalent to a mortality of 87.5% in each age group at each three weekly period and is designed to simulate an infinite universe containing an unlimited supply of fresh food.

The life and fertility tables (table 1) and the matrix  $M$  (table 2) were obtained by considering the length of life and reproductive capacity of 190 adults and the pre-adult developmental periods and mortality of 600 of their offspring reared individually. These data differ only in minor details from those obtained by Howe (1957) with the same stock of animals.

Theoretical calculations were made by the methods outlined in the introduction or by close approximations to them.

## Results

For the purpose of this paper, the four replicates described above are considered as constituting one population. The variation between them was not large, and its implications will be considered elsewhere.

Figure 1 illustrates the observed age structures for a period of 96 weeks (approximately 17 generations) at intervals of three weeks. It can be seen that the initial large oscillations of the proportions of the different stages present have diminished as the population became older. Figure 2 shows the corresponding values calculated by using the matrix  $M^3$ . Figure 3 illustrates the increase, expressed logarithmically, in the experimental population, by use of  $M^3$  assuming the same initial age distribution as in the experimental population, and by  $r_m$  assuming an initial Malthusian age structure.

Fig. 1. Observed percentages of stages present in a population of *Lasioderma serricorne* at 30°C, 60% R.H.

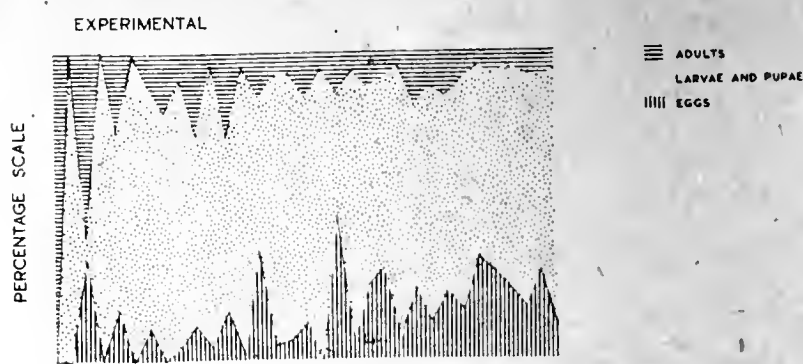


Fig. 2. Calculated percentages of stages present by use of the matrix  $M^3$ .

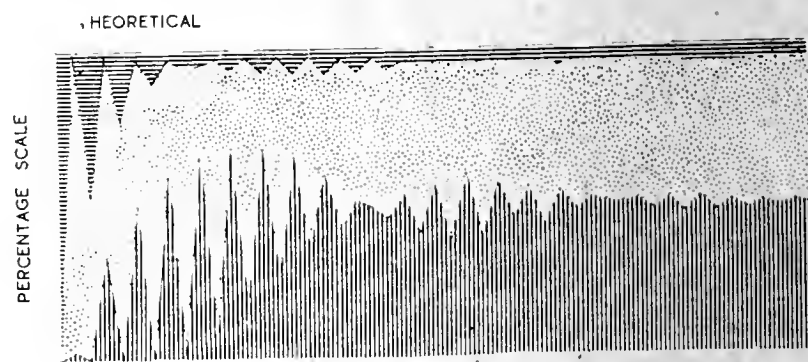
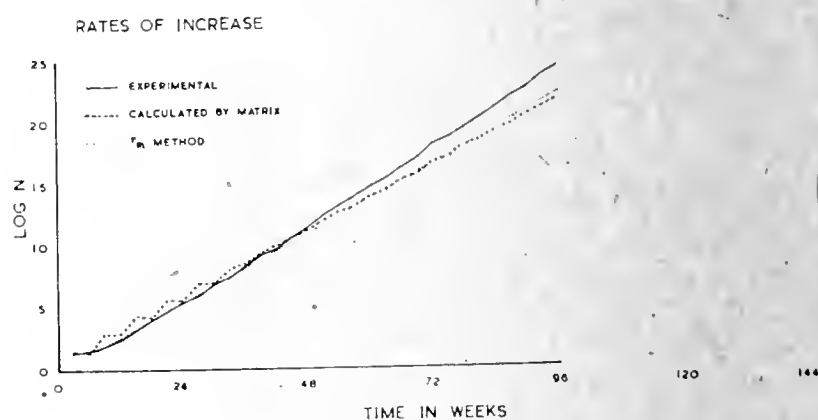


Fig. 3. The observed and theoretical rates of increase together with the exponential increase indicated by the innate capacity.



## Discussion

Quite clearly, there are differences between the observed data and the calculated values. An investigation into any cyclical effect brought about by the experimental method has not yet been made but will be carried out by repeating the experiment with different sampling proportions and time intervals. An error resulting from the overlooking of eggs and small larvae during counting will be considerably exaggerated by the presentation of the results as percentages without, however, affecting the subsequent future of the population.

Most importantly, however, developmental periods which are here (and generally) considered as having a Gaussian distribution and are represented by their means, are in fact found to be both leptokurtic and positively skewed. This asymmetric frequency distribution can be approximately represented by the gamma function

$$y = ce^{-px} x^{q-1}$$

where  $y$  represents the proportion of individuals,  $x$  is time,  $p$  is the quotient of mean and variance,  $q$  is the product of the mean and  $p$ , and

$$c = \frac{p^q}{\Gamma q-1}$$

which is equivalent to a Pearson Type III distribution; when treated as a generative function, lower mean values than those generated from the normal equation are obtained. This difference would be cumulative and in fact the effective developmental periods are less than those that the mean values suggest. This consideration could easily account

for the progressively greater rate of increase in the experimental population, as the population became older, than the increase calculated by the matrix.

However, the following points emerge at this stage:— a) theory and experiment both suggest that for this species under these conditions, at least 17 generations must elapse before the age structure becomes more or less constant in a population initiated by animals at one stage; b) new populations can often increase as much as 5 or 6 times as fast as the rate indicated by the innate capacity for increase, so that  $r_m$  is by no means the maximum possible rate for the particular set of conditions; c) estimates of population size in continuously breeding species made by the estimation of one stage only is dangerous since any one stage may vary considerably in proportion to the remainder of the population.

#### REFERENCES

- ANDREWARTHA, H. G. and BIRCH, L. C. (1954): The distribution and abundance of animals. Chicago, Univ. Chicago Press. — BIRCH, L. C. (1948): The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J. anim. Ecol.* 17, 15—26. — HOWE, R. W. (1957): A laboratory study of the cigarette beetle, *Lasioderma serricornis* (F.) (*Col. Anobiidae*) with a critical review of the literature on its biology. *Bull. ent. Res.* 48, 9—56. — HOWE, R. W. (1958): A theoretical evaluation of the potential range and importance of *Trogoderma granarium* Everts in North America (*Col. Dermestidae*). *Proc. 10th int. Cong. Ent. (Montreal 1956)* 4, 23—28. — LESLIE, P. H. (1945): On the use of matrices in certain population mathematics. *Biometrika* 33, 183 to 212. — LESLIE, P. H. (1948): Some further notes on the use of matrices in population mathematics. *Biometrika* 35, 213—245. — LESLIE, P. H. and PARK, T. (1949): The intrinsic rate of natural increase of *Tribolium castaneum* Herbst. *Ecology* 30, 469—477. — LOTKA, A. J. (1925): Elements of physical biology. Baltimore, Williams and Wilkins. — THOMPSON, W. R. (1931): On the reproduction of organisms with overlapping generations. *Bull. ent. Res.* 22, 147—172.

## IL PERICOLO DELLA DIFFUSIONE IN ITALIA DEL TROGODERMA GRANARIUM, EVERTS

G. DAL MONTE

Nel febbraio del 1953 furono rintracciati alcuni esemplari (adulti e larve) di *Trogoderma granarium*, Everts (*Coleoptera Dermestidae*) tra del frumento duro sbarcato ad Ancona e proveniente dal porto di Iskenderun (Turchia).

Risultando essere tale specie nuova per l'Italia ed essendone nota l'importanza economica per i danni che essa arreca in numerosi Paesi, fu immediatamente intensificata la sorveglianza nei porti da parte dei Servizi governativi a ciò preposti, e si iniziò una sistematica ripetuta ispezione di un gran numero di magazzini di ogni tipo e contenuto, tutt'ora in atto.

Si è potuto così constatare:

- a) che tutti i focolai di *T. granarium* fino ad oggi scoperti, hanno avuto origine da partite di merci importate d'oltre mare;
- b) che il *T. granarium* può vivere e riprodursi (superando anche la stagione invernale) nelle condizioni ambientali italiane, specie nelle zone costiere e nelle regioni meridionali ed insulari.

Prendendo in considerazione il solo frumento d'importazione (il trogoderma è stato rintracciato anche in altri cereali esteri, orzo in particolare) si rileva che nel periodo

1954—1959 sono state ispezionate complessivamente 501 navi e il *T. granarium* è stato rintracciato in 113 di esse, tutte (se si escludono 5 navi giunte dalla Spagna, per le quali è rimasto il dubbio se la lievissima infestazione riscontrata fosse esistita fin dall'origine o invece di essa fossero responsabili i mezzi di trasporto) provenienti da Paesi del Vicino e Medio Oriente (Turchia, R. A. U.-Siria, Cipro, Irak). Il numero delle navi infestate, riferito al Paese di provenienza, è stato per uno di essi la totalità di quelle giunte in Italia in detto periodo di tempo, ed il grado d'infestazione, rapportato al solo *T. granarium*, è stato a volte elevatissimo (sino a 362 individui per Kg. di cereale). Da tener presente che tali osservazioni sono state effettuate a bordo delle navi trasportatrici, prima cioè dello sbarco della merce sul suolo italiano.

I numerosissimi controlli effettuati ai depositi di ogni regione d'Italia, hanno consentito di accertare in qualche caso una sopravvivenza di larve di trogoderma, specie sulle pareti dei locali di deposito, nonostante le misure adottate all'arrivo delle navi di cui si dirà in seguito, e che per almeno 3 di tali focolai d'infestazione — uno a Trapani (Sicilia), uno a Gravina (Puglia), uno a Castellammare di Stabia (Campania) — appariva evidente che il trogoderma si era riprodotto e aveva superato anche il periodo invernale.

In considerazione di quanto sopra esposto, una serie coordinata di provvedimenti è stata e viene messa in opera per evitare, per quanto possibile, l'introduzione e la successiva diffusione del *T. granarium* in Italia: disinfestazione totale appena finita la scarica, di tutte le partite di frumento con una constatata e sia pur lievissima infestazione in atto di trogoderma, mediante fumiganti (tetracloruro di carbonio con bicloruro di etilene, bromuro di metile, anidride carbonica con ossido di etilene); accurato trattamento con idonei insetticidi dei sacchi che eventualmente hanno contenuto il grano infestato, degli automezzi e dei vagoni che l'hanno trasportato dalla nave ai depositi, delle attrezzature portuali attraverso cui è passato; tutti i magazzini — in qualsiasi parte essi si trovino — che hanno contenuto grano proveniente da Paesi notoriamente infestati dal Dermestide (sia stato o meno riscontrato all'arrivo in Italia infestato da trogoderma) vengono, una volta uscito il cereale, puliti e la spazzatura distrutta e poi trattati — pavimenti e pareti — con insetticidi per contatto (D.D.T., lindano, clordano, malathion); infine i vari campioni di grano relativi ad ogni partita, esaminati per ragioni commerciali o per analisi merceologiche presso alcuni Laboratori, devono — se infestati da trogoderma — essere sottoposti a trattamento. Analoghe istruzioni sono state impartite per quanto riguarda l'importazione privata di altri cereali da Paesi notoriamente infestati dal trogoderma (in Italia l'importazione del frumento viene effettuata solo dallo Stato). Per i pochi focolai riscontrati dopo l'arrivo delle navi, si è intervenuti di nuovo con mezzi chimici, fino all'accertata loro estinzione.

Onde dare un'idea del notevole lavoro che l'applicazione delle norme testè accennate comporta, può bastare una cifra: a tutto il 1959 sono stati fumigati a spese dello Stato, unicamente per la lotta contro il trogoderma, non meno di 3 milioni di quintali di frumento estero.

Se si tiene conto dell'entità rilevante dei quantitativi di cereali giunti in Italia infestati da trogoderma — non di rado in maniera grave — e se si considera che il clima in Italia, escluso le zone alpina ed appenninica, appare in genere abbastanza favorevole alla moltiplicazione del *T. granarium* e in certe aree (ad es. Sicilia) assai favorevole (temperature medie oltre i 20° C. per 4—6 mesi all'anno e bassa umidità ambiente) si può dire che i risultati della lotta contro il trogoderma in Italia siano positivi.

Non vi sono fino ad ora elementi obiettivi a nostra conoscenza, che stiano a provare con sicurezza che il *T. granarium* sia durevolmente e attivamente presente in qualche zona del territorio italiano.

Una indiretta conseguenza dei provvedimenti adottati in Italia contro il trogoderma, che è anche una conferma dell'utilità della lotta repressiva, si deve considerare il tratta-



mento di tutti i carichi di grano destinati all'esportazione disposto a suo tempo dal governo turco, anche dietro segnalazione italiana; sta di fatto che da allora infestazioni in atto di trogoderma sui carichi provenienti da quel Paese, non ne abbiamo riscontrate. Al riguardo poi dobbiamo segnalare, poiché la cosa appare significativa, che in nessuno dei carichi delle 21 navi fino ad ora giunte da Israele (per complessivi quintali 438.780 di frumento) è stato rintracciato il trogoderma, pur essendo tale insetto presente in detto Paese, come del resto in tutto il Vicino Oriente.

Naturalmente non ci facciamo illusioni di sorta: il pericolo della diffusione in Italia — come in altri Paesi ancora indenni — del *T. granarium* è sempre imminente, anzi riteniamo che esso diverrà maggiore per due particolari ordini di considerazioni.

Il primo si riferisce alla notevole e a volte notevolissima resistenza ai comuni mezzi chimici di lotta e alle cause avverse in generale, che la specie di cui trattiamo mostra di possedere. E' una constatazione fatta da tutti gli Autori che si sono interessati del modo come combattere il Dermestide e che lascia perplessi coloro cui spetta nella pratica l'effettuazione della lotta.

Il secondo riguarda il fatto che da vari indizi la specie sembra attraversare, anche per cause intrinseche, un periodo in cui le sue possibilità di ambientazione, di adattamento, stanno crescendo. Se si può ammettere che in molti casi la recente e relativamente rapida diffusione nel mondo del trogoderma sia più apparente che reale, in quanto frutto più di appropriate osservazioni non effettuate prima che di una vera diffusione della specie, è pure vero che ciò non può essere ritenuto valido in tutti i casi. E' da notare che detto periodo pare interessare anche altre specie del genere *Trogoderma* che nelle derrate alimentari immagazzinate sembrano sempre più trovare possibilità di vita.

A questo riguardo segnaliamo che fin dal novembre 1955 abbiamo rintracciato sulle pareti di un deposito di Ravenna-Porto Corsini (Romagna) contenente frumento importato dal Nord America, numerosi esemplari di un Dermestide che solo recentemente (date le difficoltà per una sicura classificazione) V. Kalik, in accordo con R. S. Beal, ha potuto determinare come *Trogoderma inclusum*, Le Conte, o quanto meno molto vicino a tale specie (comunicazioni personali). Si tratterebbe del primo reperto di detta specie in Italia e, secondo tale Autore, che qui desideriamo pubblicamente ringraziare, di uno dei primi nell'Europa continentale (Kalik asserisce di conoscere solo degli esemplari ungheresi).

Siamo d'avviso che più di una specie del genere *Trogoderma* e di altri ad esso vicini, porrà nel prossimo avvenire seri problemi da risolvere agli studiosi ed ai tecnici.

Già fin d'ora noi entomologi applicati che ci dedichiamo al particolare campo dell'entomofauna delle derrate alimentari immagazzinate, sentiamo come urga l'aiuto da parte innanzi tutto dei colleghi sistematici, affinché, attraverso una revisione del genere *Trogoderma* e possibilmente di tutta la famiglia *Dermestidae*, si possano individuare, con sufficiente sicurezza, i nemici che dobbiamo combattere, prima e fondamentale condizione per poter organizzare una lotta razionale contro quelle specie aventi un reale valore economico.

Convinti come siamo, per esperienza, che parecchio possa ancora farsi per almeno riuscire a spostare nel tempo la diffusione del *Trogoderma granarium* e di altre specie congeneri, in Italia come in altri Paesi ancora indenni, e per contenere se non altro i danni che da tale diffusione derivano entro una modesta portata economica, ci auguriamo che per tali fini, non solo tra gli studiosi ed i tecnici ma pure tra le comunità commerciali dei vari Paesi interessati, sia possibile accordarsi e cooperare.

#### CENNI BIBLIOGRAFICI

BEAL, R. S., jr. Synopsis of the economic species of *Trogoderma* occurring in the United States with description of a new species (*Coleoptera: Dermestidae*). Annals of the Entomological Society of America, vol. 49, n. 6, Washington, 1956. — DAL MONTE, G., Un nuovo nemico

nei nostri magazzini? Molini d'Italia, n. 5, Roma, 1954. — DAL MONTE, G. L'avventuroso cammino del trogoderma nel mondo. Molini d'Italia, n. 6, Roma, 1955. — DAL MONTE, G. Il trogoderma: dove arriva SOS per il grano. Agricoltura, n. 5, Roma, 1957. — FREEMAN, J. A. Some problems associated with international trade in stored products. Abstracts Tenth International Congress of Entomology, Montreal, 1956. — HADAWAY, A. B. The biology of the Dermestid Beetles, "*Trogoderma granarium*" (Everts) and "*Trogoderma versicolor*" (Creutz). Bulletin of Entomological Research, vol. 46, part. 4, London, 1956. — HOWE, R. W. and LINDGREN, D. L. How much can the Khapra beetle spread in the U.S.A.? Journal of Economic Entomology, vol. 50, n. 3, Menasha, 1957. — LÉPESME, P. Les Coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. P. Lechevalier, Paris, 1944. — LINDGREN, D. L., VINCENT, L. E. and KROHNE, H. E. The khapra beetles, "*Trogoderma granarium*". Everts. Hilgardia, vol. 24, n. 1, Berkely, 1955. — ORGANISATION EUROPEENNE POUR LA PROTECTION DES PLANTES. La conservation des denrées alimentaires en magasin. Paris, 1953.

## DIE WICHTIGSTEN VORRATSSCHÄDLINGE IN DER TÜRKEI

BEKIR ALKAN

### I. Einleitung

Folgende Produkte werden in der Türkei eingelagert und können daher von Vorratsschädlingen bedroht werden:

1. Getreide und Getreideerzeugnisse, wie Weizen, Roggen, Gerste, Mais, Hafer, Reis, Hirse, Weizenmehl, Weizengrieß, Teigwaren, Stärkemehl, Biskuit, Bruchkorn, Kleie.
2. Hülsenfrüchte, nämlich Speisebohnen, Pferdebohnen und Sojabohnen, Erbsen, Kichererbsen, Linsen, Wicken, Bohnenwinden, Kleesamen.
3. Trockenfrüchte, insbesondere Rosinen, Sultaninen, Feigen, Aprikosen, Pflaumen, Kirschen und Sauerkirschen, Maulbeeren, Äpfel und Birnen, außerdem Haselnüsse, Walnüsse, Mandeln, Kastanien, Pistazien, Erdnüsse.
4. Rohtabak, Zigarren und Zigaretten.
5. Ölsaaten, insbesondere Baumwollsaat, Leinsaat, Sonnenblumenkerne, Mohn und Erdnüsse.

Einkauf, Einlagerung, Verkauf im Inland und Export von Getreide und Getreideerzeugnissen, ebenso wie der Export von Mohn und Opium obliegt der Generaldirektion des Bodenamtes, auf türkisch Toprak Mahsulleri Ofisi oder abgekürzt T.M.O., das seine Zentrale in Ankara, Zweigstellen in allen Hafenstädten und zahlreichen Städten des Landes besitzt.

Anbau, Verkauf und Verarbeitung von Tabak, sowie Anbau, Aufbereitung und Verkauf von Tee sind Aufgabe der Generaldirektion der türkischen Monopole, die über mehrere Zigarettenfabriken und Tee-Aufbereitungen verfügt.

Ankauf, Bearbeitung und Export von Feigen und Rosinen geschehen teils auf genossenschaftlicher Basis, teils durch private Unternehmungen in Izmir.

Ankauf, Bearbeitung und Export von Haselnüssen erfolgen gleichfalls teils auf kooperativer Basis, teils durch eine große Anzahl privater Firmen in den Hafenstädten Giresun, Trabzon, Rize und Ordu am Schwarzen Meer.

Zahlreiche Lager stehen für die Einlagerung der obengenannten Produkte zur Verfügung. Es gibt sehr unterschiedliche Lagertypen von einfachen Bodengruben bis zu modernsten Hallen und Silos aus Blech, Stahl und Beton. Vor allem die Getreidelager befinden sich derzeit in Ausbau und eine Anzahl modernster Speicher mit sehr großer Kapazität von 30000 t bis 100000 t sind bereits fertiggestellt.

Die wirtschaftliche Bedeutung der vorgenannten Landesprodukte ist außerordentlich groß. Tabak, Rosinen, Feigen, Haselnüsse, Pistazien, Mandeln, Opium, verschiedene Ölsaaten und natürlich Getreide werden nicht nur im Lande verbraucht, sondern sind zugleich wichtige Exportartikel und damit eine unentbehrliche Devisenquelle für die Türkei.

Es ist verständlich, daß die große Bedeutung der Vorratsschädlinge in der Türkei voll erkannt wird. Neben zahlreichen Insektenarten richten einige Milbenarten und Nager in den Vorratslagern bedeutende Schäden an. Folgende Schädlinge treten massenweise auf: Mehlmilben, Kornkäfer und Khaprakäfer, die Getreidemotte und einige *Ephestia*-Arten, wie die Mehlmotte, die Feigenmotte, die Dörrobstmotte, der Tabakkäfer, ferner einige Bruchiden, wie Speisebohnen, Erbsen- und Linsenkäfer, sind die wichtigsten Schädlinge aus dem Insektenreich, daneben treten Mäuse und Ratten vielfach in großer Zahl in den Lagern auf.

Bis heute existieren verlässliche statistische Angaben über die jährlichen Verluste, die diese Schädlinge in den Lagern verursachen, in der Türkei noch nicht. Besonders hoch sind natürlich die Verluste in den einfachen Getreidespeichern, wenn das Getreide dort mehr als 1 Jahr eingelagert bleibt. Ich selbst habe diese Verluste auf etwa 10% jährlich geschätzt (s. Anzeiger für Schädlingskunde, 29. Jahrgang, Heft 4, Seite 49—53 [1956]). Legt man 10% zugrunde, so bedeutet das einen jährlichen Verlust von DM 45,000.000.—, was bei dem heutigen Geldkurs einem Gegenwert von etwa 150,000.000.— Türkipfund gleichkommt.

Zahlreiche Entomologen arbeiten in der Türkei über die Biologie, die Verbreitung und die Bekämpfung von Vorratsschädlingen. Bedeutende ausländische Entomologen wie Dr. Freeman von England besuchten die Türkei in den letzten Jahren, um Verbreitung und Bekämpfungsmöglichkeiten der Vorratsschädlinge zu studieren. Einiges ist über die wichtigsten türkischen Vorratsschädlinge veröffentlicht worden. In Erkenntnis der großen Bedeutung der Vorratsschädlinge für die türkische Wirtschaft plant das türkische Ministerium für Landwirtschaft, in Ankara ein Zentrallaboratorium für Vorratsschutz einzurichten.

Über die Vorbeugungs- und Bekämpfungsmaßnahmen, die in der Türkei gegen Vorratsschädlinge getroffen werden, möchte ich folgendes sagen:

Zur Zeit ist es leider noch nicht möglich, alle Vorratsschädlinge wirksam zu bekämpfen. Gegen einige Großschädlinge werden nur vorbeugende bzw. mechanische Maßnahmen getroffen, wie Kehren, Reinigen, Kalken und Reparieren der Speicher. Es werden aber seit einigen Jahren auch moderne Insektizide, wie DDT, Lindane, Malathion und Pyrethrum zur Entwesung leerer Speicher und Silos verwendet, ferner verschiedene Begasungsmittel, wie Methylformiat (Areginal), Methylbromid, ein Gemisch aus 75% Äthylendichlorid und 25% Tetrachlorkohlenstoff (Chlorasol), Aluminiumphosphid in Tablettenform (Phostoxin). Begast wird Getreide in Silos, in Holz- und Betonlagern, in einfachen gasdichten Begasungskammern, in Bodengruben und in offenen Lagern, die mit Zeltplanen überdeckt sind, aber auch in Silozellen und Begasungskammern, die mit Kreislaufsystem ausgerüstet sind, sowie in Vakuumkammern. Das Landwirtschaftsministerium, das Bodenamt, die Generaldirektion der Monopole, Genossenschaften und private Firmen besitzen stationäre und fahrbare Begasungskammern, Vakuumkammern oder Begasungssilos.

Zur Getreide-Begasung wird fast ausschließlich Phostoxin benützt, denn dieses Mittel zeigte verschiedene Vorteile gegenüber anderen Verfahren. Es wirkt 100%ig auf alle Entwicklungsstadien der Getreideschädlinge, besitzt eine gute Tiefenwirkung und ist billig in der Anwendung.

Methylbromid und Chlorasol werden zur Begasung von Baumwollsaat, Pistazien, Feigen, Tabak und Zigaretten benutzt.

## II. Arten der wichtigsten Vorratsschädlinge und von ihnen befallene Ware

(Die Arten sind systematisch angeordnet, Artsynonyme angegeben, die von ihnen befallenen Warengattungen in Klammer genannt.)

Ordnung: *Acarina*

Familie: *Tyroglyphidae*

*Acarus siro* L. *Tyroglyphus (Aleurobius) farinae* L., Mehlmilbe (Mehl, Getreide, vor allem Gerste und Weizen, Kleie)

Vorkommen: Überall in feuchten Lagern.

*Suidasia nehsbitti* Hughes, von Hughes 1946 gefunden, kommt selten vor (Weizenmehl und Kleie).

*Rhizoglyphus echinopus* F. u. R. kommt selten vor, als Sekundärschädling (Küchenzwiebel und Blumenzwiebel).

*Glyciphagus* sp. (*G. domesticus* Deg.) kommt selten vor (Feigen, Rosinen, Heu).

Familie: *Glyciphagidae*

*Carpoglyphus lactis* L. (*C. passularum* Hering) (süße Trockenfrüchte, wie Feigen, Rosinen, Pflaumen, Äpfel, Birnen), vor allem in der Westtürkei.

Familie: *Cheyletidae*

*Cheyletus eruditus* Schrank (Getreide, Mehl, Kleie) kommt selten vor, als Räuber der Mehlmilbe.

Ordnung: *Psocoptera* (*Copeognatha*, *Corrodentia*)

Familie: *Liposcelidae*

*Liposcelis paetus* Pear und *Liposcelis* sp. von Freeman 1953 an Hirse gefunden, Sekundärschädling, kommt selten vor.

*Troctes* (*Liposcelis*) *entomophagus* Enderlein wurde von Bekir Alkan am 2. 10. 1959 im Getreidesilo Trapezunt an Weizen und Mais gefunden, bestimmt von D. E. Kimmins im Britischen Museum London, kommt sehr häufig als Sekundärschädling vor.

Ordnung: *Lepidoptera*

Familie: *Gelechiidae*

*Sitotroga cerealella* Ol. (Getreide, Olivenabfälle), hauptsächlich in den Küstengebieten, sehr gefährlicher Schädling.

Familie: *Tineidae*

*Tinea granella* L. (an Weizen, Mais und Roggen), selten.

*Tinea fuscipunctella* Haw (Trockenfrüchte), sehr selten.

Familie: *Pyrallidae*

*Plodia interpunctella* Hbn. Polyphag (Trockenfrüchte, Getreide und Getreideprodukte, Hülsenfrüchte, Trockengemüse, Pistazien, Kleesamen, Luzernsamen, Erdnüsse, Pinien, Kakao).

*Myelois ceratoniae* Zell. Polyphag (Trockenfrüchte, Johannisbrot, Granatapfel), kommt vor allem in der West- und Südtürkei vor, sowohl im Garten als auch in Speichern.

*Corcyra cephalonica* St. (Reis und Reismehl, Rosinen, Sultaninen, getrocknete Johannisbeeren), selten.

*Paralipsa* (*Aphomia*) *gularis* Zell. (*modesta* Bult.) wurde 1954 von Bekir Alkan an geschälten Haselnüssen in Giresun und später von Freeman an türkischen Haselnüssen in England zusammen mit *Ephestia*- und *Plodia*-Raupe gefunden, sehr selten.

*Ephestia kühniella* Zeller. Polyphag (Getreide, Mehl und Mahlprodukte, Trockenfrüchte, ferner Nußkiefer, Kakao, Schokolade, Pestil, Kürbis- und Sonnenblumensamen, Oliven und Datteln), kommt überall vor.

*Ephestia cautella* Wlk. Polyphag (Feigen, Rosinen, Sultaninen und alle anderen Trockenfrüchte, ferner Getreide, Hirse, Kleie, Erdnüsse, Kakao, Leblebi, geröstete Kichererbsen, Linsen), kommt überall vor.

*Ephestia elutella* Hbn. Polyphag (Rosinen, Feigen und andere Trockenfrüchte, Tabak und Zigaretten, Getreide und Getreideprodukte).

*Ephestia figuliella* Mann. Befällt die gleichen Waren wie *Ephestia cautella*.

*Ephestia calidella* Guen (Feigen, Rosinen und andere Trockenfrüchte), selten.

Ordnung: *Coleoptera*

Familie: *Dermestidae*

*Trogoderma granarium* Evert. (Weizen, Gerste und andere Getreidearten, ferner Lein- und Baumwollsaamen). Dieser Schädling ist erst seit dem Jahre 1954 in der Türkei bekannt und wurde bisher in den Provinzen Diyarbakir, Hatay, Urfa und Mardin festgestellt; er richtet großen Schaden an.



Familie: *Anobiidae*

*Lasioderma serricorne* F. (Rohtabak, Zigaretten und Zigarren, ferner Baumwollsaat, Rosinen, getrocknete Johannisbeeren, Weizen und Reiskleie, Reismehl, Linsen, Erdnüsse, Kamillenblüten, aber auch alte Bücher und Möbel).

*Stegobium paniceum* L. (*Sitodrepa panicea* L.) (Brot, Zwieback, Weizen, Linsen, Teigwaren, Tarhana, Mehl, ferner Papier und Einband alter Bücher).

Familie: *Bostrychidae*

*Rhizopertha dominica* L. Polyphag (Getreide und Getreideprodukte, Kleie, Rosinen, Hasel- und Walnüsse, Lathyrus- und Sonnenblumensaat), kommt überall vor.

*Dinoderus bifoveolatus* Wall (Weizen), wurde in Smyrna im Jahr 1935 von N. Igriboz erstmalig festgestellt.

Familie: *Nitidulidae*

*Carpophilus dimidiatus* F. und *Carpophilus hemipterus* L. (Trockenfrüchte und beschädigte, frische, süße Früchte), Sekundärschädling.

Familie: *Cucujidae*

*Oryzaephilus* (*Silvanus*) *surinamensis* L. (Getreide und Getreideprodukte, Trockenfrüchte, Nußkiefer, Schokolade, Kakao, Baumwollsaat, Johannisbrot), kommt überall vor.

*Cryptolestes* (*Laemophloeus*) *ferrugineus* Steph. *C. minutus* L. (*L. pusillus* Sch.), *C. turcicus* Grow. Polyphag (Getreide und Getreideprodukte, Kleie, Trockenfrüchte, Speicher und Mühlen).

Familie: *Ostomidae*

*Tenebrioides mauritanicus* L. (Getreide und Getreideprodukte, Trockenfrüchte, Erdnüsse, Tabak; kommt in Getreidespeichern und Mühlen vor), Sekundärschädling, Vorkommen überall.

Familie: *Tenebrionidae*

*Tribolium confusum* Duv. (*T. ferrugineum* Muls.) und *T. castaneum* Herbst (*T. navale* F. = *ferrugineum* F.). Polyphag (Getreide, Getreideprodukte, Bruchkorn, Kleie, Trockenfrüchte, ferner Schokolade, Kakao, Linsen, Erdnüsse, Nußkiefer, Baumwoll- und Sonnenblumensaat sowie Olivenabfälle), kommt als Sekundärschädling überall vor.

*Tenebrio molitor* L. und *T. obscurus* F., Polyphag (Getreide, Mehl, Kleie, Baumwollsaat, Baumwollabfälle, Tabak), Sekundärschädling.

*Palorus* (*Caenocorse*) *ratzeburgi* Wissm. (Getreide, Mehl, Kleie, gemahlene Eicheln), seltener Sekundärschädling.

*Latheticus oryzae* Wat. (Bruchkorn und Getreideabfälle, Kleie), seltener Sekundärschädling.

Familie: *Bruchidae* (*Lariidae*)

*Acanthoscelides obtectus* Say (*A. obsoletus* Say). Polyphag (Speisebohnen, Sojabohnen und Pferdebohnen, Bohnenwinde, Erbsen, Linsen, Kichererbsen, Wicken), sehr gefährlicher Schädling.

*Bruchus pisorum* L. Polyphag (alle Erbsensorten, Kichererbsen und Wicken), kommt überall vor.

*Bruchus rufimanus* Boh. Polyphag (Pferdebohnen und andere Bohnenarten, Linsen, Wicken, Lathyrus), selten.

*Bruchus lentis* Fr. und *B. ervi* Fr. (Linsen), überall.

*Callosobruchus maculatus* F. (*C. quadrimaculatus* F.) (Bohnen und Erbsen, Linsen), selten.

*Callosobruchus* (*Pachymerus*) *chinensis* L. (Linsen), selten.

*Euspermophagus (Spermophagus) sericeus* Geoff. (*S. cisti* F.) (Erbsen, Convolvulus-Samen), in Ankara gefunden, selten.

Noch viele weitere Bruchidenarten wurden gefunden, die aber keine wirtschaftliche Bedeutung haben; nicht alle dieser Arten wurden bestimmt.

Familie: *Curculionidae*

*Calandra granaria* L. (Fast alle Getreidearten und -sorten, außer Hafer, Teigwaren, ferner Speisebohnen und seltene Kichererbsen), sehr gefährlicher Getreideschädling, kommt überall vor.

*Calandra oryzae* L. Er befällt die gleiche Produkte wie der Kornkäfer, außerdem Baumwollsaat und Hirse und kommt vor allem in den wärmeren und in den Küstengebieten vor.

*Calandra zeamais* Motch. (*C. oryzae* Var. *zeamais* Motch.) (Mais und Weizen, sowie Teigwaren), selten.

Ordnung: *Hymenoptera*

Familie: *Chalcididae*

*Bruchophagus gibbus* Boh. (*funebri* How), Kleesamen), selten.

*Eumegastigmus pistaciae* Walker, wurde von Hussey 1956 bestimmt (Pistaziensamen), wurde in Gaziantep gefunden.

Ordnung: *Rodentia*

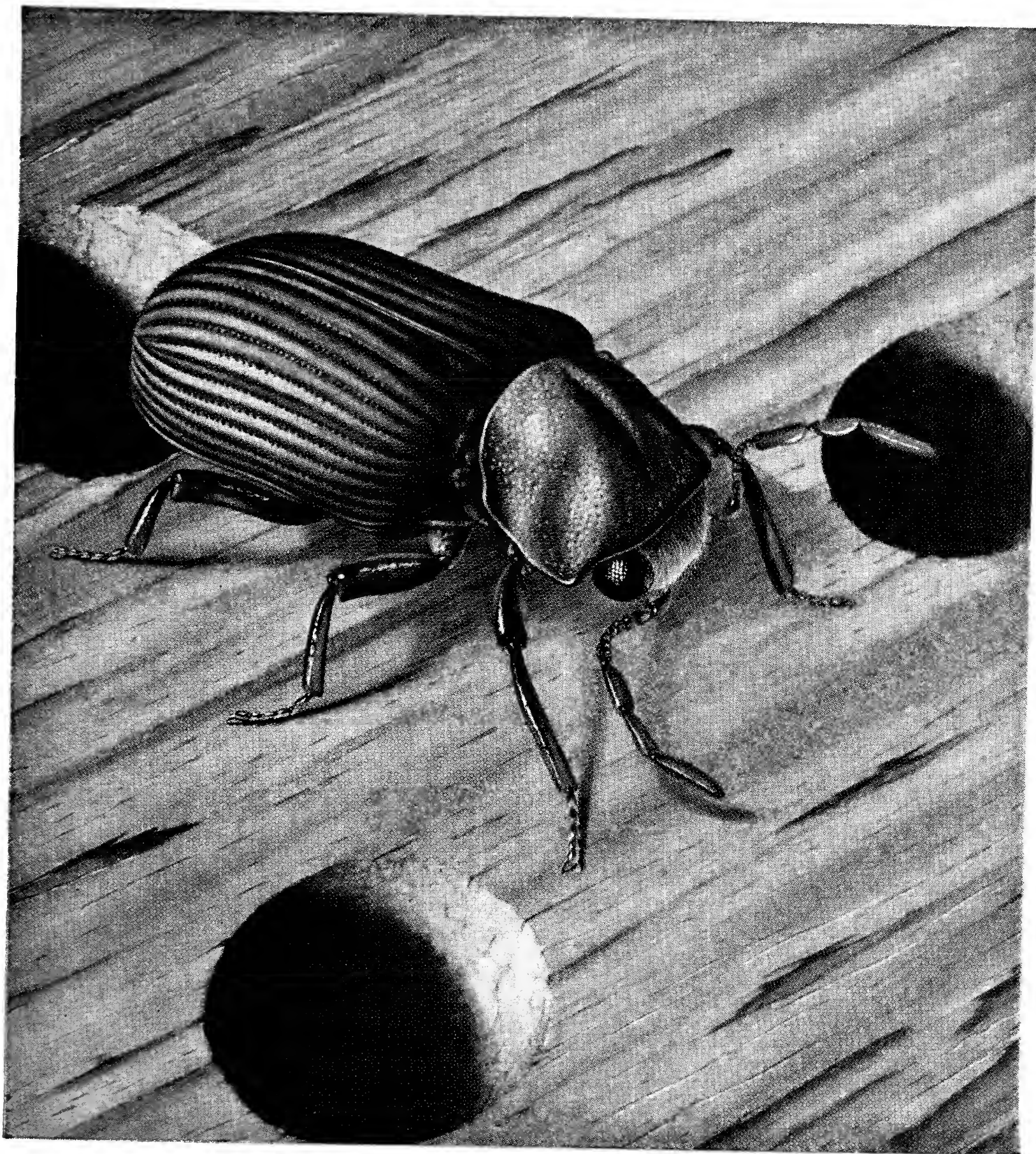
Familie: *Muridae*

*Mus musculus* L., *Rattus (Epimys) norvegicus* Erxl., *R. (E.) rattus* L., kommt überall vor und richtet großen Schaden an.

## L I T E R A T U R

1. ALKAN, BEKIR: Tarım Entomolojisi, Ankara 1946. — 2. ALKAN, BEKIR: Hububat anbar Böceklerine karşı yeni ilaçların öldürücü tesiri üzerinde 1953 senesinde yapılan incelemeler, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi yıllığı fasikül 1, Ankara 1955. — 3. ALKAN, BEKIR: Önemli bitki koruma problemleri üzerinde Avrupada 1954 senesinde yapılan tetkikler, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi yıllığı fasikül 2, Ankara 1956. — 4. ALKAN, BEKIR: Versuche mit einigen neuen Mitteln zur Bekämpfung von Vorratsschädlingen im Getreide, ausgeführt im Jahre 1953 in İstanbul und Umgebung. Anz. f. Schädlingssk., XXIX. Jahrgang. Heft 4 (1956). Berlin und Hamburg. — 5. ALKAN, BEKIR: Antep fıstığının hayvanî zararlıları üzerinde incelemeler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi yıllığı fasikül 4, Ankara 1956. — 6. BODENHEIMER, F. S.: Türkiyede Ziraata ve ağaçlara zararlı olan Böcekleri ve bunlarla savaş hakkında bir etüd, Ankara 1958. — 7. ESİN, TARIK: Hububat anbar Böcekleri ve mücadelesi, Ankara 1958. — 8. ESİN, TARIK: Kapra haşeresi (*Trogoderma granarium* Evert) yapılışı morfolojisi, Biyolojisi ve mücadelesi, Ankara 1958. — 9. FREEMAN, J. A.: Einige Reiseberichte über Vorratsschädlinge in der Türkei 1955, 1956 (English) London. — 10. HUGHES, A. M.: A new tyroglyphid mite; *Suidasia nesbitti* sp. n. (Reprinted from Proc. Zool. Soc., Vol. 118, Part III. Pp. 543—552, 1948) London. — 11. O.E.C.E.: La lutte contre les insectes nuisibles aux denrées emmagasinées et notamment aux céréales. Paris 1958. — 12. Organisation for european economic corperation, improved control of pests in stored grain and other foodstuffs Country report on Turkey, Paris 1957. — 13. ÖZER, MUSTAFA: Türkiyede depo, anbar, fabrika ve silolarda, muhtelif hububat taneleri, un ve mamüleri ile kuru meyvalara ve türlerinde önemli zarar yapan böcek türlerinin morfolojiliri, kısa biyolojileri ve yapıları üzerinde araştırmalar, Ankara 1957. — 14. TUNCER, FETHİ: Yulaf, Arpa ve Bugday muayenelerinde şimdiye kadar tesadüf ettiğimiz çeşitli hayvani anbar parazitlerinin tür ve zarar şekilleri üzerinde araştırmalar, Ankara 1955. — 15. Toprak mahsülleri ofisi Umum Müdürlüğü: Alım ve Muhafaza izahnamesi, Ankara 1957.

N. E. HICKIN: The problem of wood damage by *Anobium punctatum* de Geer in the United Kingdom, with some notes on the current commercial practice of control



ANOBIUM PUNCTATUM  
N. E. HICKIN

Fig. 1. *Anobium punctatum* de Geer.

Illustration prepared by Mr. Norman Weaver for Woodworm & Dry Rot Control Ltd., for advertisements.







## SEKTION IXa

# HOLZSCHÄDLINGE — HOLZSCHUTZ

### THE PROBLEM OF WOOD DAMAGE BY *ANOBIUM PUNCTATUM* de GEER IN THE UNITED KINGDOM, WITH SOME NOTES ON THE CURRENT COMMERCIAL PRACTICE OF CONTROL

N. E. HICKIN

(See table XII)

The purpose of this paper is to present information concerning the incidence of the various wood-damaging insects, in structural and joinery timber in buildings in the United Kingdom. The data has been obtained from the survey reports made during 1959 by the Timber Infestation Surveyors of a private company known as Woodworm & Dry Rot Control Ltd. This company was first registered as recently as in June 1952, but is now the largest company carrying out "in situ" control measures against woodboring insects and wood-rotting fungi in buildings in the United Kingdom.

In this paper the comparative incidence of infestations by various species of woodboring insects in various types of buildings is given. It has not been possible to devise practical methods of taking a random sample of buildings so that the total incidence of attack by woodboring beetles can be assessed.

The surveys, on the results of which this paper is based, were initiated to a large extent by property owners (or prospective purchasers) in direct or indirect response to advertisements in the national, local, professional and trade press. An important feature of the advertisement is an accurate illustration of the adult *Anobium punctatum* walking over the surface wood, showing flight holes. It is the work of Mr. Norman Weaver a wellknown commercial artist who has specialised in insect illustrations. Thirty eight per cent of the total advertisement area taken by the company is covered by the illustration.

The number of surveys for timber infestation carried out during 1959 was 10,426 and it is the information derived from these, considered against the historical background of general building development, which is given here.

First of all I should describe the functions of the people actually carrying out the work of searching for, identifying and assessing the importance of the timber decay. They are termed "Timber Infestation Surveyors" and are normally persons recruited from the building industry, many having been in business on their own account as master builders, others having held such appointments as Estate Agents, Clerk of Works etc. Alternatively, men are recruited from certain sections of the Architectural and Surveying professions. They have all taken, and passed, a course on the biology of wood decay including lecture sessions, the examination of a large number of specimens of wood decay and the animal and fungi responsible (collected together at the Felcourt Research Laboratory at East Grinstead, Sussex, England).

The survey is carried out in a very thorough and painstaking manner, timber by timber, and a survey report made. This gives the identification of the species of woodboring insect present in the various parts of the building and states whether the attack is slight or heavy, local, scattered or well distributed. This is done room by room and a special separate mention of the roof-void is made. The recommendation is made alongside each section of the report as to whether or not treatment should be carried out.

The work of the Timber Infestation Surveyor is supervised by his Regional Manager and by a Survey Controller. Where the survey has been checked by the writer, such as in cases involving litigation, the survey has been confirmed as correct in every case.

The Timber Infestation Surveyors are based throughout the United Kingdom and are grouped together in regions. It would be of interest to study the number of surveys carried out in the various regions, as a comparative measure of woodboring insect attack but there are certain factors which must be borne in mind in this regard. Obviously population density and the incidence of certain types of housing properties are important social factors. In addition the impact of advertising in the various areas is bound to differ widely. Nevertheless, more than twice the number of surveys per unit of population was carried out in the South compared with the North.

Amongst the 10,426 properties examined in 1959 it can be imagined that there were many types, sizes and ages but it has been possible to make a rough division into five types of property graded as to function, and into three age groups as follows:—

Table 1

	Type of Property	Age of Property		
		pre. 1919	1920—1939	1940—1959
A	Private Dwelling Houses	3,843 (36.85 %)	4,850 (46.5 %)	509 (4.9 %)
B	Commercial Premises Shops, Factories, Breweries Granaries, Restaurants	349 (3.3 %)	101 (1.0 %)	5 (0.05 %)
C	Churches Ancient monuments Scheduled Buildings	473 (4.5 %)	50 (0.5 %)	—
D	Licensed Premises	58 (0.5 %)	17 (0.2 %)	—
E	Farms  Farm Properties	155 (1.5 %)	16 (0.2 %)	—

Two points are worthy of note:

- I. The rather larger proportion of properties surveyed which were built between 1920 and 1939, compared with those built before 1919.
- II. The small proportion of properties surveyed, built since 1945. (Virtually no building took place between 1939—1945.)

It should be mentioned that the age of the property was assessed by the Timber Infestation Surveyor without access to title deeds. In the United Kingdom a person trained in the building industry can do this with fair accuracy.

With regard to the age-grouping in Table I, and in particular to the number of surveys carried out in each group, it is of interest to relate this to the actual number of houses built in the different periods. The following graph and table have been compiled from the Monthly Digest of Statistics issued by The Central Statistical Office, and published by H. M. S. O. as reported by Encyclopoedia Britannica and Chambers Encyclopoedia.

Table 2  
Number of Houses in Great Britain in 1954.

Millions (to nearest quarter million)	
Houses lived in by owner-occupier .....	3.75
Houses rented from Local Authorities ...	} 2.50
New Towns .....	
Housing Associations	
Houses rented from Private Landlords:	
over 100 years old...	2.25
over 75 years old...	1.25
over 65 years old...	0.75
below 65 years old	3.00
Total .....	7.25
	13.50

From the graph it is seen that between 1921 and 1939, 4.3 million houses were built, and from 1945—1959 the figure is 3.3 million; about 5.9 million houses were built previous to 1914. During the two war periods 1914—1919 and 1939—1945 there was virtually no building of private houses.

Treatment Specification

Against Woodboring Insects. The basic treatments have a common application to the following species of woodboring insects, viz: Common Furniture Beetle, *Anobium punctatum*, Death Watch Beetle *Xestobium rufovillosum*, Powder Post Beetle, *Lyctus* spp., and House Longhorn Beetle, *Hylotrupes bajulus*. The treatments are detailed below and are, where appropriate, specified in the survey report as complete treatments. Any variation from these treatments is specified in the survey report. House Longhorn treatment, however, is specially dealt with.

(a) Roof voids. Clean down all exposed roof timbers, with a vacuum cleaner where practicable and necessary, and apply standard woodworm killing fluid to all such exposed surfaces of the rafters, purlins, roof boarding, struts, tie beams, etc. Lift floor boards as necessary in the roof void, clean down the joists and undersides of the boards and apply Non-plaster-staining woodworm-killing fluid to all exposed surfaces of the joists and Standard Woodworm Killing Fluid to all surfaces of the boards before re-laying.

This treatment is referred to as . . . . . full roof void treatment.

(b) Ground floors. Lift the floorboards as necessary and clean down surfaces. Clean all accessible surfaces of the joists and floor framing timbers and apply Standard Woodworm Killing Fluid to all exposed surfaces of the floorboards, joists and floor framing timbers. Re-lay existing floorboards, renewing as necessary with pre-treated new flooring.

This treatment is referred to as . . . . . full ground floor treatment.

(c) Upper floors. The same treatment, except that Non-plasterstaining woodworm-killing fluid is used, in place of Standard Woodworm Killing Fluid, on joists and floor framing timbers carrying plaster or plasterboard ceiling below.

This treatment is referred to as . . . . . full upper floor treatment.

(d) Joinery timbers. Where evidence of infestation is observed in joinery timbers, all visible joinery timbers to be treated as follows:— Apply Standard Woodworm Killing Fluid to all accessible surfaces whether or not painted, polished or varnished, injecting

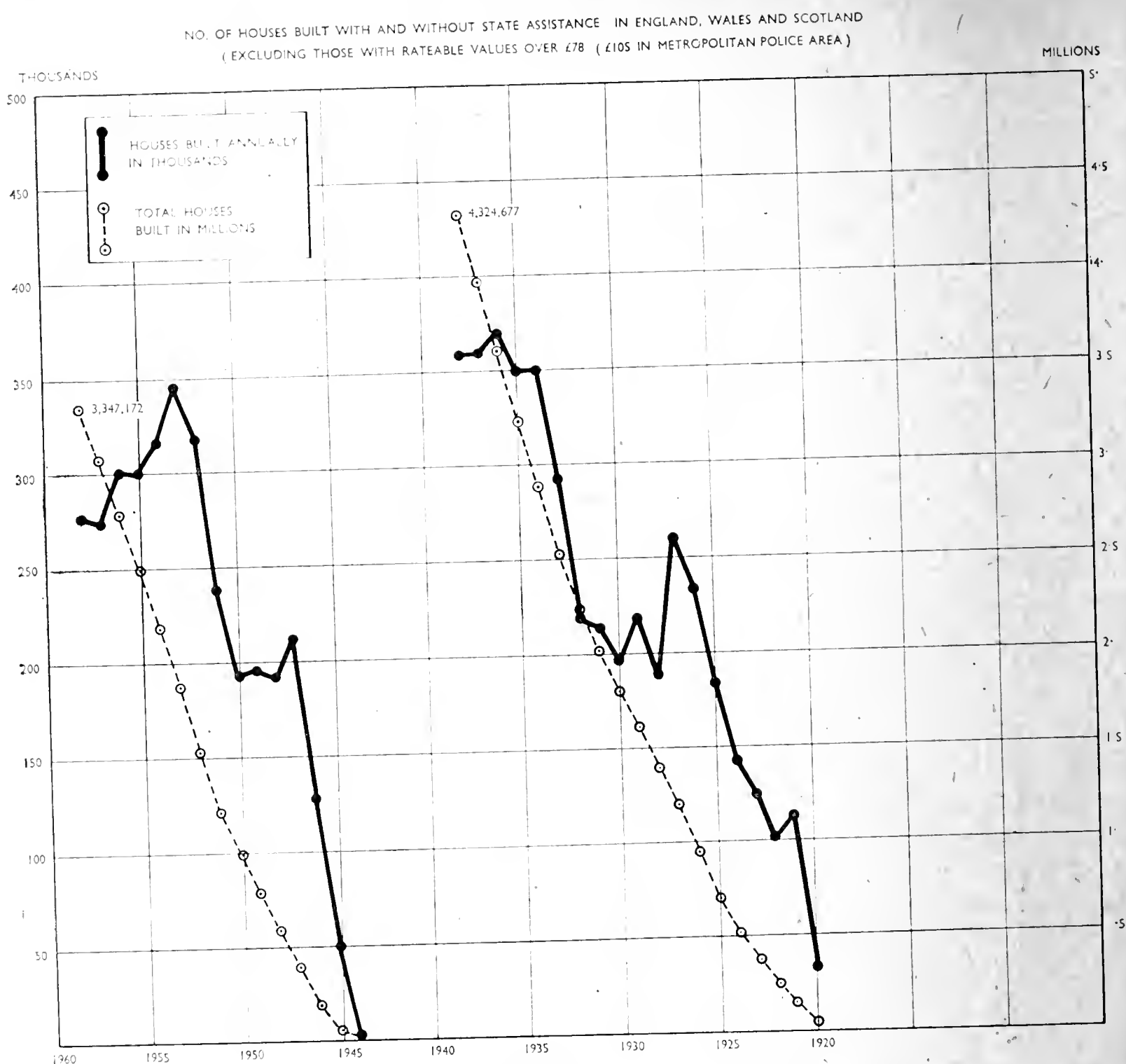


Fig. 2.

as necessary into the flight holes at intervals of about 3 to 4 inches to ensure rapid and deep penetration.

This treatment is referred to as . . . . . full joinery treatment.

(e) Staircases. Apply Standard Woodworm Killing Fluid to all exposed timber surfaces and inject into flight holes as described above. Where it is considered advisable to remove and subsequently renew plaster or other soffites it will be specified in the report.

This treatment is referred to as . . . . . full staircase treatment.

(f) Half-timbered houses. Carefully wire-brush all accessible surfaces of such external timbers as are recommended for treatment and apply one coat of wood preservative in Black, Brown, or Clear to choice.

This treatment is referred to as half-timbered houses treatment (Ext.)

House Longhorn. *Hylotrupes bajulus*. In the special case of Longhorn infestations the basic treatments specified above are supplemented as follows:—

After cleaning, carefully cut away all heavily tunnelled sapwood to sound timber, and examine all apparently sound accessible timber surfaces with a strong pointed



instrument to determine the extent of sub-surface destruction of timber. Carefully collect, remove and burn all frass. Reinforce and/or renew affected timbers as necessary to restore structural strength. Apply one liberal coat of Standard Woodworm Killing Fluid to all such defrassed areas before applying the fluids provided for in the basic treatments specified above.

We can now examine the incidence of infestations by the various woodboring insects as reported in the surveys to the extent that substantial control measures were justified in accordance with the Treatment Specifications.

*Anobium punctatum*

82.93% of all survey reports recommend treatment against this insect. Divided into the various types of property as given in Table I and divided again into the various treatment categories, they appear as in Table III.

Table 3  
Percentage incidence of infestations of *Anobium punctatum* in 10,426 surveys.

F.R.V.T.	F.G.F.T.	F.U.F.T.	F.J.T.	F.S.T.	H.T.H.T.	Combination Treatments	Total
A 13.5	4.8	5.6	3.3	2.4	0.2	40.0	69.8
B 0.5	0.3	0.4	0.2	0.01	—	2.4	3.81
C 2.1	0.2	0.1	0.3	—	—	4.6	7.3
D 0.08	0.03	0.03	0.01	—	—	0.4	0.55
E 0.2	0.02	0.04	0.01	—	—	1.2	1.47
Total 16.38	5.35	6.17	3.82	2.41	0.2	48.6	82.93

Taking all properties, Full Roof Void Treatment occurred most commonly as a single treatment followed by Full Upper Floor Treatment. Treatment in combination occurred in 48.6% of all properties.

Table 4  
Percentage of Incidence of *Xestobium rufovillosum* in 10,426 surveys.

F.R.V.T.	F.G.F.T.	F.U.F.T.	F.J.T.	F.S.T.	H.T.H.T.	In Combination	Total
A 0.8	0.2	0.2	0.04	—	—	1.4	2.64
B 0.04	0.06	—	0.02	—	0.02	0.3	0.44
C 0.3	0.07	0.01	0.01	—	—	0.9	1.29
D 0.06	—	—	—	—	—	0.1	0.16
E 0.1	0.05	0.04	0.02	—	—	0.9	1.11
Total 1.30	0.38	0.25	0.09	—	0.02	3.6	5.64

It will be seen that *Xestobium rufovillosum* occurs in 5.64% of all surveys. However, it did not occur in the 595 surveys in Scotland nor in the 237 surveys in Ireland: there were 16 infestations in Yorkshire but none in Westmorland, Cumberland, Northumberland, Durham.

The two wood-boring weevils *Pentarthrum buttoni* and *Euophryum confine*, occurred in 2.21% of all surveys. The two species were not identified separately.

*Lyctus* spp. occurred in 1.5% of all properties surveyed 1.08% occurring in private dwelling houses.

There were 30 occurrences of *Hylotrupes bajulus* being 0.3% of all surveys, one in the county of Essex, 4 in London, and the remainder in Surrey.

*Anoncodes melanura* occurred only on one occasion.

It is of interest to note that in the cases of fungal decay—Dry Rot (the rot brought about by *Merulius lacrymans* only) occurred in 8.8% of all surveys, and rot caused by all other species of fungus but notably due to *Coniophora cerebella* occurred in 12.7% of all surveys.

#### REFERENCES

- HICKIN, N. E., 1949. The Common Furniture Beetle (*Anobium punctatum* de Geer) in Britain. — 1951. The Status of the Common Furniture Beetle in Britain. British Wood Preserving Association. First Annual Convention. — 1954. Woodworm its Biology and Extermination. London. — 1958. Woodworm and its Control. New Scientist 4: 202. — 1959. The British Anobiidae. The Proceedings of the South London Entomological and Natural History Society for 1958, pp. 51—64.

## SURVEY OF WOOD-FEEDING ANOBIIDAE IN NORTH-EASTERN UNITED STATES, INCLUDING A STUDY OF TEMPERATURE AND HUMIDITY EFFECTS ON EGG DEVELOPMENT OF *HADROBREGMUS CARINATUS* (SAY.)

J. B. SIMEONE

State University College of Forestry at Syracuse University Syracuse, New York

### Introduction

Throughout most parts of the world, one or more species of the family Anobiidae (Coleoptera) are cited among the important pests of structures that are made of wood. Munro (1928) listed four species as being important in England: *Anobium punctatum* (DeG.), *Xestobium rufovillosum* (DeG.), *Ptilinus pectinicornis* Geof., and *Ernobius mollis* (L.). In a survey of public buildings in Sweden, Trägårdh (1938, 1940) listed *Anobium striatum* Oliv. (synonym: *punctatum* [DeG.]) and *Ernobius mollis* (L.) among the most important wood destroying insects. Of these species, *Anobium punctatum* (DeG.) has received the widest attention, being considered most important not only in England and Sweden but also in Germany (Becker, 1938), Italy (Cormio, 1942), Africa (Tooke, 1949), and New Zealand (Miller, 1925; Carr, 1957).

Within the past hundred years, *Anobium punctatum* (DeG.), *Xestobium rufovillosum* (DeG.), and *Ernobius mollis* (L.) have become established in the United States (Fall, 1905; Hatch, 1938; Craighead, 1950). A search of the literature, however, has yielded little information on these as well as other species of the family Anobiidae as pests of structures in the United States. Fall (1905), in his taxonomic monograph of the family, offered brief notes on the distribution of these insects in Boreal America and referred to the degree of occurrence of each. Doane et al. (1936) cited *Trypoxys punctatus* Lec., *Hadrobregmus gibbicollis* (Lec.), *Ptilinus basalis* Lec., and *Ernobius punctulatus* (Lec.) as being troublesome. Furniss (1939) considered *Hadrobregmus gibbicollis* (Lec.) as probably the most destructive of the native powder-post beetles found in the Pacific Coast States. Spencer (1958) listed *Coelostethus quadrulus* (Lec.), *Hadrobregmus destructor* Fisher, and *Anobium punctatum* (DeG.) among the insects attacking wood structures in British

Columbia. Among the most important members of the family destructive in the Eastern States, Craighead (1950) listed *Anobium punctatum* (DeG.), *Petalium bistriatum* (Say), *Ernobius mollis* (L.), *Ernobius alutaceus* Lec., *Hadrobregmus carinatus* (Say), *Hadrobregmus gibbicollis* (Lec.) (sic!), *Hadrobregmus umbrosus* Fall, *Oligomerus brunneus* (Oliv.), *Ptilinus ruficornis* Say, *Ptilinus pruinosis* (Casey), *Trypophytus sericeus* (Say), and *Xyletinus peltatus* (Harr.); *Xestobium rufovillosum* (DeG.) in the New England States; and *Nicobium hirtum* (Ill.), *Trichodesma gibbosa* (Say), and *Ernobius granulatus* Lec. in the Southeastern States.

Prompted by the deficiency of written material in this area, the author has attempted first to establish the frequency of occurrence and the distribution of various anobiids in the Northeastern United States and adjacent Canada and then has devoted his study toward the important species, particularly *Hadrobregmus carinatus* (Say), with respect to ecological factors affecting them. The first part of this report, therefore, includes a survey of the species while the effects of temperature and humidity upon egg development of *H. carinatus* constitute the latter part.

### Occurrence and distribution

Three general sources of information were used in determining the occurrence and distribution of anobiid species in the northeastern United States and adjacent Canada. These included: (1) a personal survey of various parts of New York State, a state which by location and topography is generally representative of the Northeast; (2) a study of damaged wood samples submitted to the writer by the general public of New York State; and (3) personal visits to museums where collections from the Northeast are most likely to be deposited.

For the first source, survey centers in New York State were established in such a manner as to secure broad representation in the more densely farmed and settled areas with respect to geography and climate. These included the environs of Albany, Binghamton, Brooklyn, Buffalo, Glens Falls, Jamestown, Ogdensburg, Oneonta, Plattsburg, Poughkeepsie, Rochester, and Syracuse. Each center was visited at least twice during each of six summers from 1949 to 1954.

During this period and in the years following, several requests for information concerning these beetles from the public were received while serving in an extension capacity at the State University College of Forestry at Syracuse University. The samples accompanying these requests served as a second source of information whenever a definite determination could be made as to the causative agent.

The third source, used principally to substantiate the results of the first two and to learn the general distribution of the more important species, included personal visits to the American Museum of Natural History in New York City and the Harvard Museum of Comparative Zoology in Cambridge, Massachusetts in December of 1957; the collection at Cornell University, Ithaca, New York, during the fall of 1957; the United States National Museum, Washington D. C. in August, 1958; and the collection at Ohio State University, Columbus, Ohio, in July, 1959. Of the Anobiidae contained in the collection of the Canadian National Museum, Ottawa, *Hadrobregmus carinatus* (Say) and *Ptilinus ruficornis* Say were inspected by the author, the specimens having been received by mail. The locality labels of the remaining species in the Canadian National Museum were read and submitted to the author by Dr. E. C. Becker.

In the several New York State survey centers, 720 structures were inspected in both the farm and non-farm categories of the surrounding rural areas. Of these, 221, or approximately 31 per cent, were found to have had at least some damage by anobiid beetles some time during their history. Since many of these cases of damage represented past activity of insects, with insufficient remains of the causal insect to provide a reliable basis for its recognition at the species level, positive identification was made only in 108 cases. Adding to these the cases experienced in extension, which numbered 127, the total number of positive identifications was raised to 235.

The frequency of the various species within this total is indicated in Table I. Due to the presence of more than one species in some damage cases, these total 257, somewhat more than the total number of cases.

**Table 1**  
Frequency of wood-feeding anobiid species encountered in New York State

Species	Number of cases in which identified
<i>Hadrobrogmus carinatus</i> (Say) .....	128
<i>Ptilinus ruficornis</i> Say .....	69
<i>Xyletinus peltatus</i> (Harr.) .....	19
<i>Platybregmus canadensis</i> Fisher .....	13
<i>Trypopitys sericeous</i> (Say) .....	11
<i>Oligomerus obtusus</i> (Lec.) .....	9
<i>Ptilinus friendi</i> (Simeone) .....	3
<i>Coelostethus notatus</i> (Say) .....	2
<i>Petalium bistriatum</i> Say .....	1
<i>Ernobius mollis</i> (L.) .....	1
<i>Anobium punctatum</i> (DeG.) .....	1

To strengthen the conclusions one might draw from Table I, the results of visits to various museums are given in Table II. The latter table includes only the collections which comply with the following limitations: (1) each collection must be identifiable as a separate entity by a difference in locality, collection date, or collector's name; and (2) each collection is confined geographically to the states and parts of adjacent Canada within an arbitrary 500 mile radius of central New York State. This includes the states of Connecticut, Delaware, Maine, Maryland, Massachusetts, Michigan, New Hampshire, New Jersey, New York, Ohio, Pennsylvania, Rhode Island, Vermont, Virginia, West Virginia, the District of Columbia and the Canadian provinces of New Brunswick, Nova Scotia, Ontario, and Quebec. The reason for the first limitation was to avoid duplication in cases where collectors have divided their finds among several museums. The second limitation was deemed necessary to remain within the geographical bounds of this study. With reference to this, it was found that at least 81 per cent of all localities for the various species in Table II fall within the designated 500 mile radius except for *Xyletinus peltatus* (Harr.) and *Petalium bistriatum* Say, both of which appear to extend a substantial part of their distribution into the South and Southwest.

Unfortunately, Tables I and II are not directly comparable. The first concerns itself only with those specimens taken from cases of actual damage in wood structures while the latter includes not only cases of damage but also those specimens taken from natural areas by daylight or from light traps. Definitive information of this kind is often omitted from museum labels. Nevertheless, a few generalizations may be possible: (1) *Hadrobregmus carinatus* (Say) and *Ptilinus ruficornis* Say rank highest in both Tables I and II. (2) *Anobium punctatum* (DeG.) ranks lowly and *Xestobium rufovillosum* (DeG.) is missing in Table I and both rank lowly in Table II despite the prevalence of these species in other parts of the world; (3) some species which appear to be quite abundant in general collections, as in the cases of *Coelostethus notatus* (Say), *Trichodesma gibbosa* (Say), *Ernobius mollis* (L.) and *Trypopitys sericeus* (Say), may not necessarily be found frequently in structures; and, conversely, (4) a species may be relatively rare in general collections, as in the case of *Platybregmus canadensis* Fisher, while occurring quite frequently in structures.



Table 2

Collections of wood-feeding anobiids deposited in some larger museums in northeastern United States and adjacent Canada<sup>1</sup>

Species	Museum Source						
	AMNH	CNM	HMCZ	C	USNM	O	Total
	Number of Collections						
<i>Hadrobregmus carinatus</i> (Say)	13	4	9	14	71	26	137
<i>Ptilinus ruficornis</i> Say . . . . .	4	16	10	6	37	23	96
<i>Coelostethus notatus</i> (Say) . . . .	7	7	7	16	27	11	75
<i>Trichodesma gibbosa</i> (Say) . . .	4	4	3	9	29	22	71
<i>Ernobius mollis</i> (L.) . . . . .	2	3	12	10	42	1	70
<i>Trypopitys sericeous</i> (Say) . . .	11	7	5	13	30	2	68
<i>Xyletinus peltatus</i> (Harr.) . . . .	0	2	7	7	33	4	58
<i>Petalium bistratum</i> Say . . . . .	0	0	8	1	32	11	52
<i>Eucrada humeralis</i> (Melsh.) . . .	5	3	5	11	17	7	48
<i>Oligomerus obtusus</i> Lec. . . . .	5	3	4	5	12	1	30
<i>Anobium punctatum</i> (De G.) . . .	3	2	6	4	13	0	28
<i>Xestobium rufovillosum</i> (De G.)	1	0	4	4	8	0	17
<i>Platybregmus canadensis</i> Fisher . . . . .	0	4	0	0	5	0	9

<sup>1</sup> Key to abbreviations: AMNH = American Museum of Natural History, New York, New York; C = Cornell University, Ithaca, New York; CNM = Canadian National Museum, Ottawa; O = Ohio State University, Columbus, Ohio; HMCZ = Harvard Museum of Comparative Zoology, Cambridge, Mass.; and USNM = United States National Museum, Washington, District of Columbia.

Distribution

Next to their frequency of occurrence, it was of interest to learn the distribution in the Northeast of various wood-feeding Anobiidae. For this purpose, the locality labels of species appearing in each museum collection were studied. Determined on this basis, the distribution of the more common species *Hadrobregmus carinatus* (Say) and *Ptilinus ruficornis* Say is shown in Figures 1 and 2, respectively. Specific localities for these as well as other species have been recorded by Simeone (1960).

Briefly summarized, the distribution of the species studied is as follows: *Hadrobregmus carinatus* (Say)—As shown in Figure 1, this is essentially a species inhabiting the Northeast. Its extension into some of the South, Midwest and West, however, makes this one of the most widely distributed of the species studied. In the North the insect extends from Maine to Manitoba, ranging southward to Kansas and eastward to North Carolina. This description of the insect's range excludes two localities in Oregon, one in Alaska and one in Florida which appear to be aberrant cases and possibly may have been the result of transporting infested articles of wood into these areas.

*Ptilinus ruficornis* Say—Like the preceding, this species also is considered an inhabitant of the Northeast for the most part. Its distribution, shown in Figure 2, ranges from New Foundland to Alberta in the North and extends southward to Kansas, southeastward to Alabama and northeastward to Virginia. The only locality indicated outside of this range is in Oregon.



Fig. 1. Distribution of *Hadrobresmus carinatus* (Say) in the United States and Canada.

*Coelostethus notatus* (Say)—Ranges from Nova Scotia to Ontario, southward through Michigan to Mississippi and northeastward to North Carolina.

*Trichodesma gibbosa* (Say)—Extends from New Hampshire to western Ontario in the North and southward to Texas and Florida.

*Ernobius mollis* (L.)—Ranges from Nova Scotia to south-central Ontario, southward to Texas and Florida.

*Trypoxys sericeus* (Say)—This species ranges from Nova Scotia to Wisconsin in the North, southwestward to Arizona and southeastward to Texas and Florida.

*Xyletinus peltatus* (Harr.)—This species ranges from northern New York to Michigan, southwestward to Arkansas and southeastward to Florida.

*Petalium bistriatum* (Say)—This species and the preceding, more than the others studied, appear to extend a very important part of their range into the southern states. It is distributed from Massachusetts and New York to Ohio in the North, southwestward to Arizona, and southeastward including collections from nearly all of the states in the South.

*Eucrada humeralis* (Melsh.)—This species is distributed from Quebec to Michigan in the North, southwestward to Iowa, and southeastward to South Carolina.

*Oligomerus obtusus* Lec.—This is a northern species extending from Quebec to Michigan, southward to Ohio and eastward to New Jersey.

*Anobium punctatum* (DeG.)—If one were to exclude the California and Texas records, this species is found in the provinces and states near the coast of the Northeast. The scattering of records from the northeastern states to the Gulf coast of Texas and the west coast of California, however, is not surprising considering the importance of this species in several world continents and its possible entry into this country via commerce.

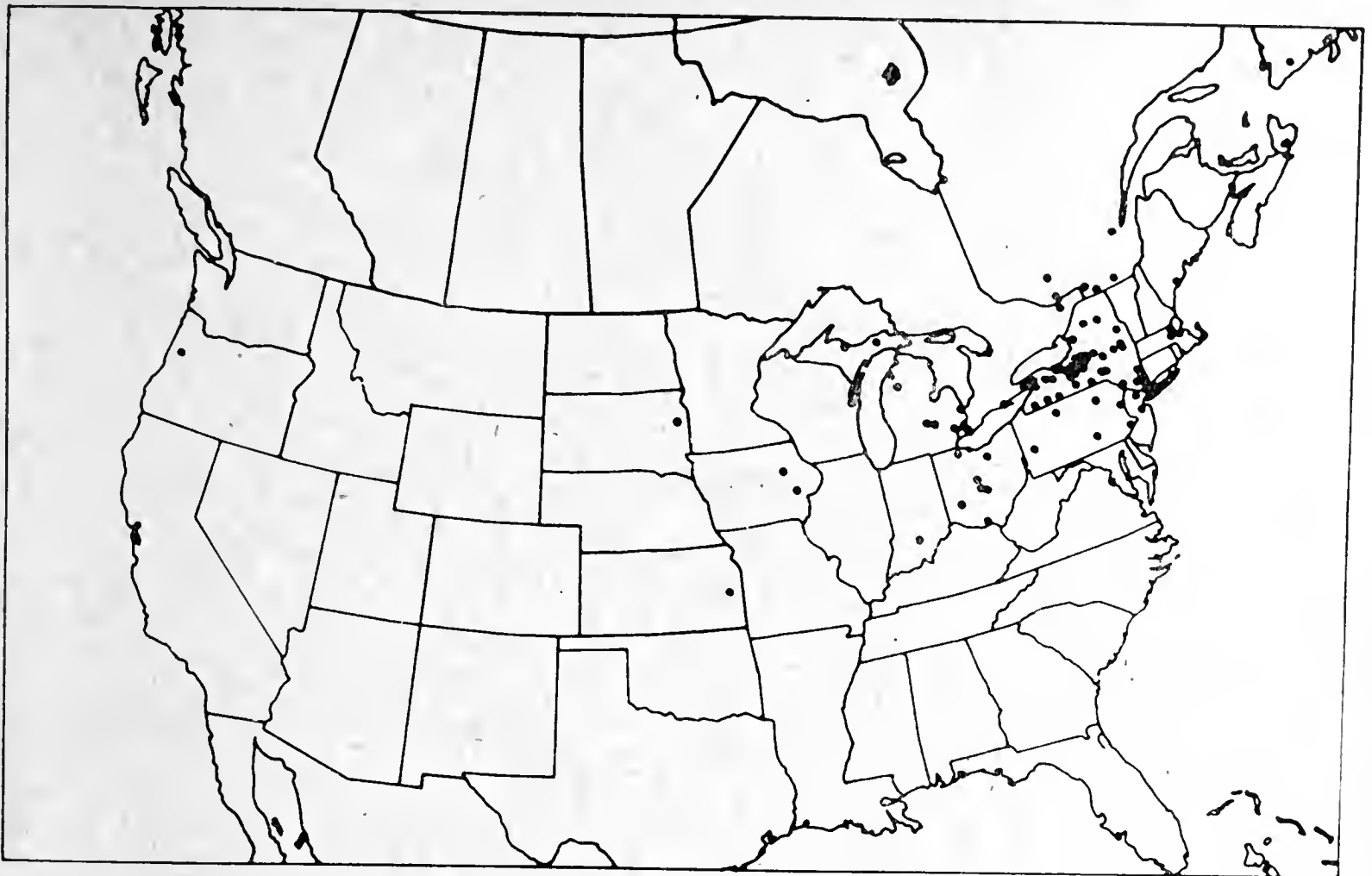


Fig. 2. Distribution of *Ptilinus ruficornis* (Say) in the United States and Canada.

*Xestobium rufovillosum* (DeG.)—This species does not appear to have achieved prominence in this country. Its scattered distribution, as in the preceding species, is probably indicative of its spread by commercial means. It is not felt that enough collections of this species have been made to generalize on its approximate range.

*Platybregmus canadensis* Fisher—The collections of this species are of insufficient number to permit a reasonable judgement of its range. Thus far the species appears to be comparatively limited in distribution to the more northern part of the northeastern states.

### Effect of temperature and relative humidity on egg development

Eggs of *Hadrobregmus carinatus* were observed under constant temperatures of 15.0°C, 21.7°C, and 28.9°C. At each temperature the effect of several constant relative humidities were studied, including 95, 85, 75, 65, and 55 per cent. Both the temperature and humidity ranges were limited on the basis of previous experience which had indicated that eggs failed to develop at 7.2°C or lower and above or below the range of 95 per cent and 45 per cent relative humidity. At 100 per cent relative humidity a high death rate was experienced accompanied by the development of molds. The lower limit of 45 per cent is similar to that recorded for *Anobium punctatum* (DeG.) by Spiller (1948) who noted that although the embryo developed fully at lower humidities the larvae were unable to pierce the egg capsule.

Temperatures were controlled in wood cabinets which were kept in a room where ambient temperatures remained between 20.0°C and 22.8°C. A mercury thermostatic regulator in conjunction with a time-delay, mercury plunger power relay served to control the temperature in each cabinet, providing a thermographic reading which did not vary visibly from the desired temperature.

Relative humidities were kept constant in glass desiccators by the use of potassium hydroxide and distilled water solutions as described by Buxton (1931) and Solomon (1951). The inside dimensions of these desiccators were 11 inches in horizontal diameter and 12 inches in height. The solutions consisted of 300 milliliters of distilled water and the appropriate amount of potassium hydroxide (85 per cent KOH) to provide the different relative humidities: 29 grams for 95 per cent, 68 grams for 85 per cent, 94 grams for 75 per cent, 124 grams for 65 per cent, and 153 grams for 55 per cent.

Egg-laying sites were provided in the form of wood blocks of American beech, *Fagus grandifolia* Ehrh., which were rough-sawn to dimensions of seven-eighths times seven-eighths inches in cross section and one and one-half inches long. A one-inch width of pharmaceutical gauze was then wrapped twice around the long axis of the block and held together with a common pin. The blocks were then placed in desiccators at the appropriate temperature and humidity for 23 days. At the end of this period, the blocks were transferred to wide-mouth, screw-capped, one-pint glass jars which served as an arena for the introduction of several pairs of beetles and the whole was placed in a desiccator kept at 21.7°C and 75 per cent relative humidity. Here the females laid their eggs among meshes of the gauze and between gauze and wood.

Eggs used in the experiment were laid on July 2, 1958 and were subjected by the end of that day to the various temperatures and humidities. Generally, the transfer was made without removing the gauze from the blocks. However, in order to provide 20 eggs under each condition, pieces of gauze with eggs clinging to them were cut and added to individual blocks to make up any shortages. The eggs were observed daily and the number of days' incubation was noted for each as it hatched.

The results of these observations are presented graphically in Figure 3, while the individual data have been recorded elsewhere (Simeone, 1960). The optimum temperature and humidity combined occurred at 28.9°C and 85 per cent relative humidity, with a mean incubation period of 12.05 days. However, temperatures occurring in the Northeast in affected structures more nearly approach 21.7°C. Therefore, the means of 19.42 days at 75 per cent and 20.44 days at 85 per cent at this temperature may be considered closer approximations of development under field conditions.

An interesting feature of the various trials shown in Figure 3 is the apparently higher optimum relative humidity as the temperature increases and the absence at 15.0°C of an unfavourable zone at 65 per cent and 55 per cent relative humidities corresponding to the increased incubation periods experienced at these humidities at 21.7°C and 28.9°C. This might be explained by the lower vapor pressure deficits for corresponding relative humidities at the lower temperatures thus tempering the ill effects of excessive evaporation. The optimum vapor pressure deficit appears to be rather critical as indicated by the longer periods of incubation at the high humidities, especially at 15.0°C and 21.7°C. Upon conversion of data for optimum relative humidities it was found that a vapor pressure deficit approximating 4.5 millimeters of mercury corresponded to 65 per cent relative humidity at 15.0°C, 75 per cent relative humidity at 21.7°C and 85 per cent relative humidity at 28.7°C. If it were not for this phenomenon, namely, a higher optimum relative humidity at higher temperatures, the curves of development for *H. carinatus* would approach those of Hamilton (1950) on *Locusta* spp. nymphs, the development of which is retarded at low and at high humidities.

A second feature of the egg data is the substantiation of the theory of a thermal constant developed by several workers and reviewed by Uvarov (1931). According to this theory, the correlation between development and heat follows an equilateral hyperbola as follows:

$$(T - K) D = C$$

where T is the temperature during the experiment, K is the threshold of development, D is the duration in days of the stage at that temperature and C is the thermal constant.



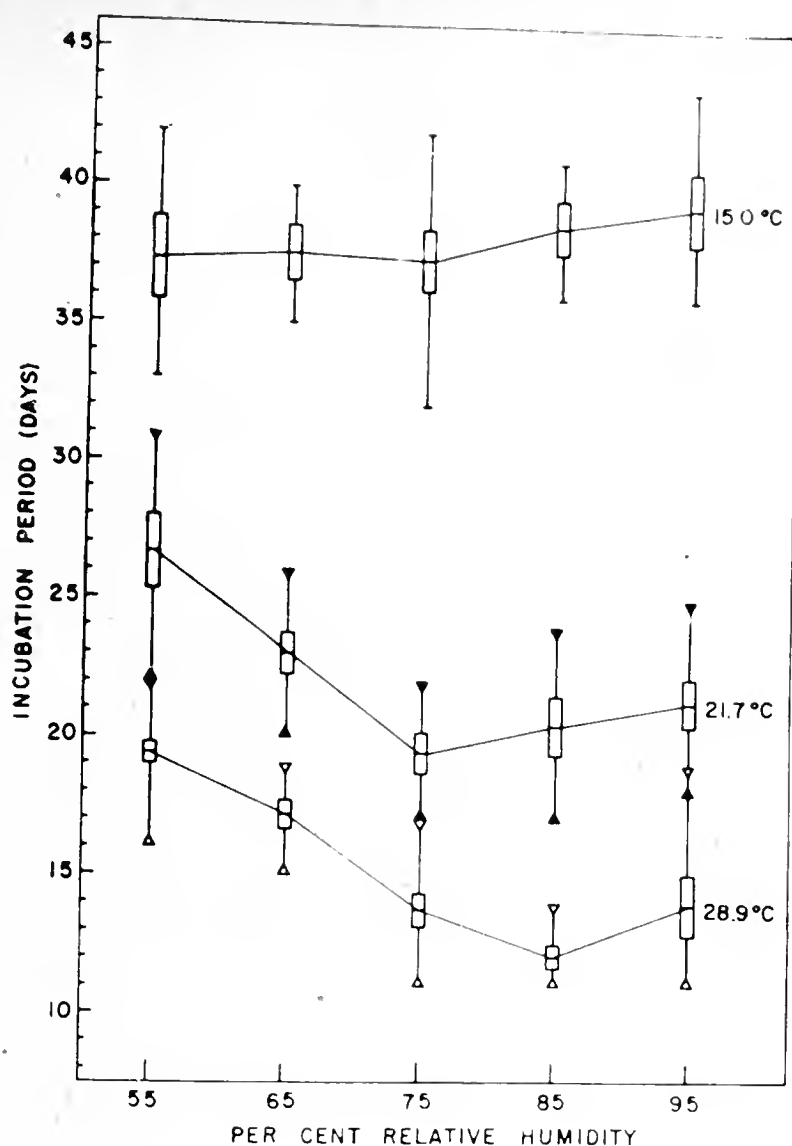


Fig. 3. Effect of temperature and relative humidity on incubation of *Hadrobregmus carinatus* (Say) eggs. Ranges of development are indicated by lines terminating in opposing triangles or in short horizontal lines; fiducial limits by a vertical rectangle divided into upper lower halves; and means by the horizontal lines dividing the fiducial rectangle.

Preliminary to subjecting his data to this formula, the author followed the suggestion by Uvarov (1931) who, using the development data of Blunk (1914), found that it was possible to calculate the threshold of development by combining the data of two experiments at different temperatures. Therefore:

from first experiment:  $(T-K) D = C$

from second experiment:  $(t-k) d = c$

consequently:  $K = \frac{dt - DT}{d - D}$

Using development time at optimum relative humidity, the 15.0°C and 21.7°C temperatures were compared:

$$K = \frac{(37.39 \times 15.0) - (19.42 \times 21.7)}{37.39 - 19.42} = 7.76$$

Similarly for the 21.7°C and 28.9°C:

$$K = \frac{(19.42 \times 21.7) - (12.05 \times 28.9)}{19.42 - 12.05} = 9.93$$

and for the 15.0°C and 28.9°C:

$$K = \frac{(37.39 \times 15.0) - (12.05 \times 28.9)}{37.39 - 12.05} = 8.39$$

The mean computed threshold of development based on the three comparisons was thus 8.69.

Returning to the first formula with this threshold of development and using the number of days needed for incubation at optimum relative humidity, a thermal constant was computed for each of the three temperatures:

at 15.0°C:  $C = (15.0 - 8.7) 37.39 = 236$   
at 21.7°C:  $C = (21.7 - 8.7) 19.42 = 252$   
at 28.9°C:  $C = (28.9 - 8.7) 12.05 = 243$

Notably, the constant value remained approximately the same at each temperature.

REFERENCES

BECKER, G., 1938. Die Prüfung der insektiziden Wirkung von Holzschutzmitteln mittels *Anobium punctatum* De Geer (= *A. striatum* Oliv.) als Versuchstier. Arb. über Physiol. u. Angew. Ent. 5, 357—360. — Blunk, H., 1914. Die Entwicklung des *Dytiscus marginalis*, L., vom Ei bis zur Imago. Ztschr. f. Wiss. Zool. 111, 76—151. — BUXTON, P. A., 1931. The measurement and control of atmospheric humidity in relation to entomological problems, Bul. Ent. Res. 22 (3), 431—447. — CARR, D. R., 1957. Timber preservation in New Zealand. Forest Res. Inst. New Zeal. State Forest Serv. Techn. paper 14. 19 p., illus. — CORMIO, R., 1942. Difette dei legnami; le alterazioni dei legnami dovute a gli animali terrestri. Estratto da „L'Ingegnerc“ 6 (June). Milano, Istituto Sperimentale del Legno, 12 p., illus. — CRAIGHEAD, F. C., 1950. Insect enemies of eastern forests. U.S. Dept. Agr. Misc. Pub. 657. 679 p., illus. — DOANE, R. W., VANDYKE, E. C., CHAMBERLIN, W. J. and BURKE, H. E., 1936. Forest insects. New York, McGraw-Hill Book Co., Inc. 463 p., illus. — FALL, H. C., 1905. Revision of the Ptinidae of Boreal America. Trans. Amer. Ent. Soc. 31, 97—296. — FURNISS, R. L., 1939. Insects attacking forest products and shade trees in Washington and Oregon in 1937. Proc. Ent. Soc. Brit. Columbia 33, 5—8. — HAMILTON, A. G., 1950. Further studies on the relation of humidity and temperature to the development of two species of African locusts—*Locusta migratoria migratorioides*, R. and F., and *Schistocerca gregaria*, Forsk., Trans. Roy. Ent. Soc. London 101 (1), 2—56, 277, 278. — HATCH, M. H., 1938. The furniture beetle *Anobium punctatum* DeG. in Washington. Jour. Econ. Ent. 31 (4), 545. — MILLER, D., 1925. Forest and timber insects in New Zealand. New Zeal. State Forest Serv. Bul. 2. 76 p., illus. — MUNRO, J. W., 1928. Beetles injurious to timber. Forestry Comn. Bul. 9. London, H. M. Stationery Off., 29 p., illus. — SIMEONE, J. B., 1960. Observations on *Hadrobregmus carinatus* (Say) and other wood-feeding Anobiidae (Coleoptera) in the northeastern United States. Thesis. Ithaca, N. Y., Cornell University. 183 p., illus. — SOLOMON, M. E., 1951. Control of humidity with potassium hydroxide, sulfuric acid, or other solutions. Bul. Ent. Res. 42 (3), 543—554. — SPENCER, G. J., 1958. The insects attacking structural timbers and furniture in coastal British Columbia. Proc. Ent. Soc. Brit. Columbia 55, 8—13. — SPILLER, D., 1948. Effect of humidity on hatching of eggs of the common house borer *Anobium punctatum* DeGeer. New Zeal. Jour. Sci. and Technol. 30 (3), (Sect. 8), 163—165. — TOOKE, F. G. C., 1949. Beetles injurious to timber in South Africa; a study of their biology, prevention and control. Union So. Africa Dept. Agr. Bul. 293 (Ent. Ser. 28). 95 p., illus. — TRÄGÅRDH, I., 1938. Survey of the wood-destroying insects in public buildings in Sweden. Bul. Ent. Res. 29 (1), 57, 62. — TRÄGÅRDH, I., 1940. Second survey of the wood-destroying insects in public buildings in Sweden. Bul. Ent. Res. 31 (3), 287—294. — UVAROV, B. P., 1931. Insects and climate. Trans. Roy. Ent. Soc. London 79, 1—247.

DISCUSSION

- R. W. HOWE: Did you have much variation in the percentage hatch over the conditions at which you experimented? Was the percentage hatch low at 15°C, 55% R.H.?
- J. B. SIMEONE: At each humidity, with one exception, percentage hatch was poorest at the lowest temperature; at each temperature, it was poorest, generally, at the lowest humidity. The variation in percentage hatch, based upon 20 eggs under each set of conditions, is summarized as follows, the figures having been converted from mortality data presented elsewhere (Simeone, 1960):

Temperature (°C.)	Percent relative humidity				
	95	85	75	65	55
	Percentage hatch				
28.9	80	100	100	90	50
21.7	95	90	95	95	80
15.0	70	75	90	75	70

- J. D. BLETCHLY: What data are available in the USA on the reaction of *Anobiidae* to light traps, since Dr. Simeone mentioned some of the collection records obtained from Museum specimens indicated that the specimens had been taken in light traps? In England *Anobium punctatum* is not attracted to light traps at night.
- J. B. SIMEONE: The only data with which I am familiar is that contained on museum labels where light traps are indicated as the means of capture. Several *Anobiidae* have been taken in this way, including *Hadrobregmus carinatus* (Say), *Xyletinus peltatus* (Harr.), *Coelostethus notatus* (Say), *Trichodesma gibbosa* (Say), *Oligomerus obtusus* Lec., *Oligomerus alternans* Lec., and *Ernobius mollis* (L).
- S. CYMOREK: Nach den gegebenen Abbildungen geurteilt, ähnelt *H. carinatus* der europäischen Art *Anobium rufipes*, ist das richtig?
- J. B. SIMEONE: Die Familie *Anobiidae* tritt in den USA in etwa 240 Arten auf. Eine Verwandtschaft mit den europäischen Arten ist nicht näher bekannt.

## ÜBER DAS PAARUNGSVERHALTEN UND ZUR BIOLOGIE DES HOLZSCHÄDLINGS *PTILINUS PECTINICORNIS* L. (Coleoptera, Anobiidae)

S. CYMOREK, Krefeld-Uerdingen

(Siehe Tafel XIII)

Die Pochkäferfamilie *Anobiidae* beherbergt in ihrer Unterfamilie *Ptilininae* einen der bedeutenden Trockenholzschädlinge Europas, den Gekämmten-Pochkäfer *Ptilinus pectinicornis* L.

Bisher ist über die Lebensweise dieser Käferart nur wenig und ungenaues bekannt geworden, so daß es lohnend erscheint, über einige Beobachtungen zu berichten.

### 1. Material

*P. pectinicornis* wurde über mehrere Jahre in Zuchten, unter normalen, der Lebensweise beim Auftreten in Häusern angepaßten Bedingungen, sowie auch im Freiland beobachtet. Das Zuchtmaterial entstammte Holzgegenständen mit natürlich eingetretenem Befall.

### 2. Zum Paarungsverhalten

#### a) Beobachtung einer Lockhaltung bei den Weibchen:

Eine für Käfer ungewöhnliche Lockhaltung gab den Anlaß zur näheren Untersuchung des Paarungsverhaltens dieser Art. Das nachstehend beschriebene „Sterzeln“ eines unbefruchteten Weibchens wurde im Verlauf der Untersuchungen mehrfach beobachtet; Die erste Beobachtung verlief wie folgt:

Ein von *P. pectinicornis* befallenes Holzbild mit Brandmalerei zeigte ein Schlupfloch, aus dem die gekämmten Fühler eines Männchens hervorwedelten. Als Ursache für das aufgeregte Verhalten des Fühlerpaares fand sich ein Weibchen, das in einer eigenartigen Haltung am Rande der Holztafel saß. Der Kopf war geneigt, das Abdomen durch die hochgestemmtten Hinterbeine schräg aufgerichtet. Das hochgeklappte Analsegment ließ eine kleine glasige, zapfenförmige, glänzend-feucht erscheinende ausgestülpte Drüse<sup>1</sup> sichtbar werden (Abb. 1).

Diese Sterzelhaltung des Weibchens wurde in kurzen Abständen von  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  min. unterbrochen und nach kurzem Verweilen in einer normalen Sitzhaltung erneut eingenommen.

<sup>1</sup> Der Nachweis über das Vorliegen einer Drüse wurde an histol. Schnittpräparaten geführt.

Das Männchen erschien auf der Oberfläche und näherte sich mit weit aufgefächerten Fühlern, in Bögen, immer wieder kreisförmig nach allen Seiten witternd, dem sterzelnden Weibchen. Noch in unmittelbarer Nähe erfolgte eine letzte Duftpeilung, nach der das Weibchen erkannt wurde.

#### b) Beobachtungen und Versuche zum Nachweis eines Sexualduftstoffes

Das Verhalten beider Geschlechter ließ die Vermutung zu, daß es sich bei dem Sterzeln der Weibchen um eine Anlockung durch einen Sexualduftstoff handelt.

Die gekämmten Antennen der Männchen und das eigenartige Auspeilen der Richtung zum Weibchen deuten ebenfalls darauf hin.

Zum Beweis einer Anlockung durch einen Sexualduftstoff wurden Versuche durchgeführt, in deren Verlauf es gelang, durch künstliche, schwache Preßluftströme die Anlockwirkung zu unterbinden bzw. den Weg des Männchens zu beeinflussen. Die Versuche erfolgten an dem erwähnten Holzbild, das zu diesem Zweck in einem Raum ohne meßbare Luftbewegung flach aufgelegt wurde. Die Tiere schlüpfen selbst aus diesem Holz; ihr natürliches Verhalten wurde, mit Ausnahme der künstlichen Luftbewegung, durch keine sonstigen Eingriffe gestört. Mit dem Ausblasen der Luft wurde begonnen, wenn ein Männchen auf ein sterzelndes Weibchen deutlich zu reagieren begann.

1. Versuch: In 3 Fällen wurde die Preßluftströmung vom Männchen zum Weibchen gerichtet. — Ergebnis: Die Männchen versuchen, die vor Versuchsbeginn aufgenommene Dufttrichtung wiederzufinden. Nach unterschiedlich langem Bemühen verharren die Männchen in 2 Fällen mit untergeschlagenen Fühlern auf der Holzoberfläche, im 3. Fall sucht das Männchen ein Schlupfloch auf.

2. Versuch: In einem Fall wird eine schwache Luftströmung so gelegt, daß sie die Luftlinie Männchen—Weibchen durchkreuzt. — Ergebnis: Das Männchen läuft der künstlichen Strömung folgend, etwa 10 cm weit, kehrt in spitzem Winkel um und bewegt sich, nunmehr auf der zum Weibchen gerichteten Strömungsseite, in mehreren Schleifen zu diesem hin.

Die Entfernungen zwischen Männchen und Weibchen betrugen in den Versuchen max. 45 cm, in Versuch 2 — 19 cm. Die bisher weiteste in Richtung Weibchen zurückgelegte Strecke, die von einem Männchen „zu Fuß“ bewältigt wurde, beträgt 1 m Luftlinie. Es ist anzunehmen, daß im Fluge auch über größere Entfernungen die Lockwirkung des weiblichen Sexualduftstoffes wirksam ist, stellen doch im kleinbiologischen Raum, in dem sich ein *Ptilinus*-Männchen zu Fuß bewegt, bereits kleinste Unebenheiten strömungsmäßig erhebliche Hindernisse dar. Beobachtungen an einer naheverwandten Art, *Ptilinus fuscus* Geoffr., im Freiland, haben gezeigt, daß zumindest bei dieser Art eine Orientierung im Fluge über mindestens 10 m möglich ist.

Das Vorliegen eines Sexualduftstoffes bei *P. pectinicornis* erklärt auch Schwierigkeiten, die sich in Zusammenhang mit der Zucht in geschlossenen Gefäßen ergeben. Nur durch zufälliges Begegnen der Geschlechter kommen hier Kopulationen zustande, häufig erkennen sie sich aber nicht.

#### c) Zum Kopulationsgebaren der Männchen

Trotz des weiblichen Lockrufes erscheint die Kopulation gewalttätig. Das auf dem Weibchen sitzende Männchen erzwingt die Vereinigung, indem es den Totstellungsreflex durch rasches Bewedeln des weiblichen Kopfes und der Fühler auslöst. Diese Situation wird dann für die Immission des Penis ausgenützt, ohne daß ein Entgegenkommen des Weibchens erkennbar ist.



S. CYMOREK: Über das Paarungsverhalten und zur Biologie des Holzschädling *Ptilinus pectinicornis* L. (Coleoptera, Anobiidae)

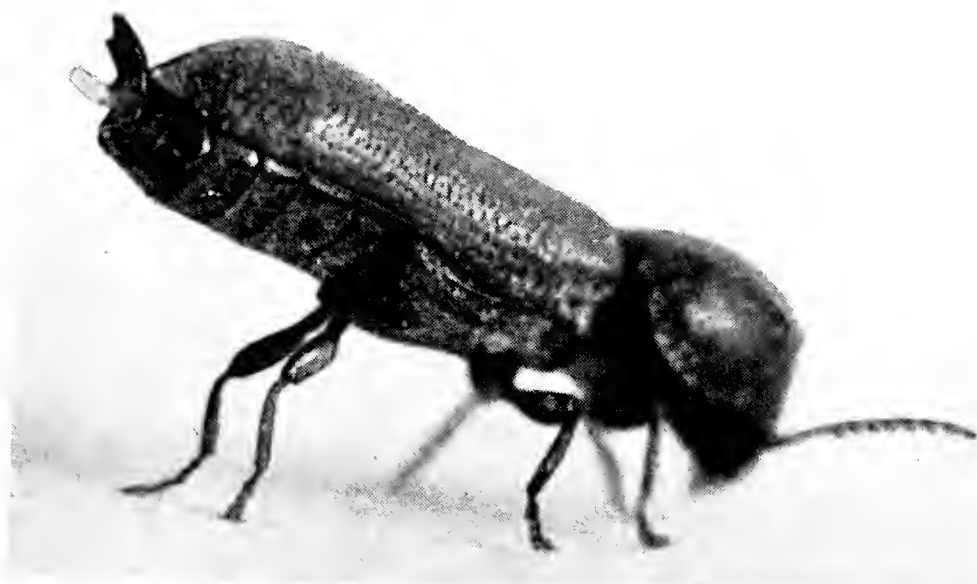


Abb. 1. Sterzelndes *Ptilinus pectinicornis*-Weibchen.

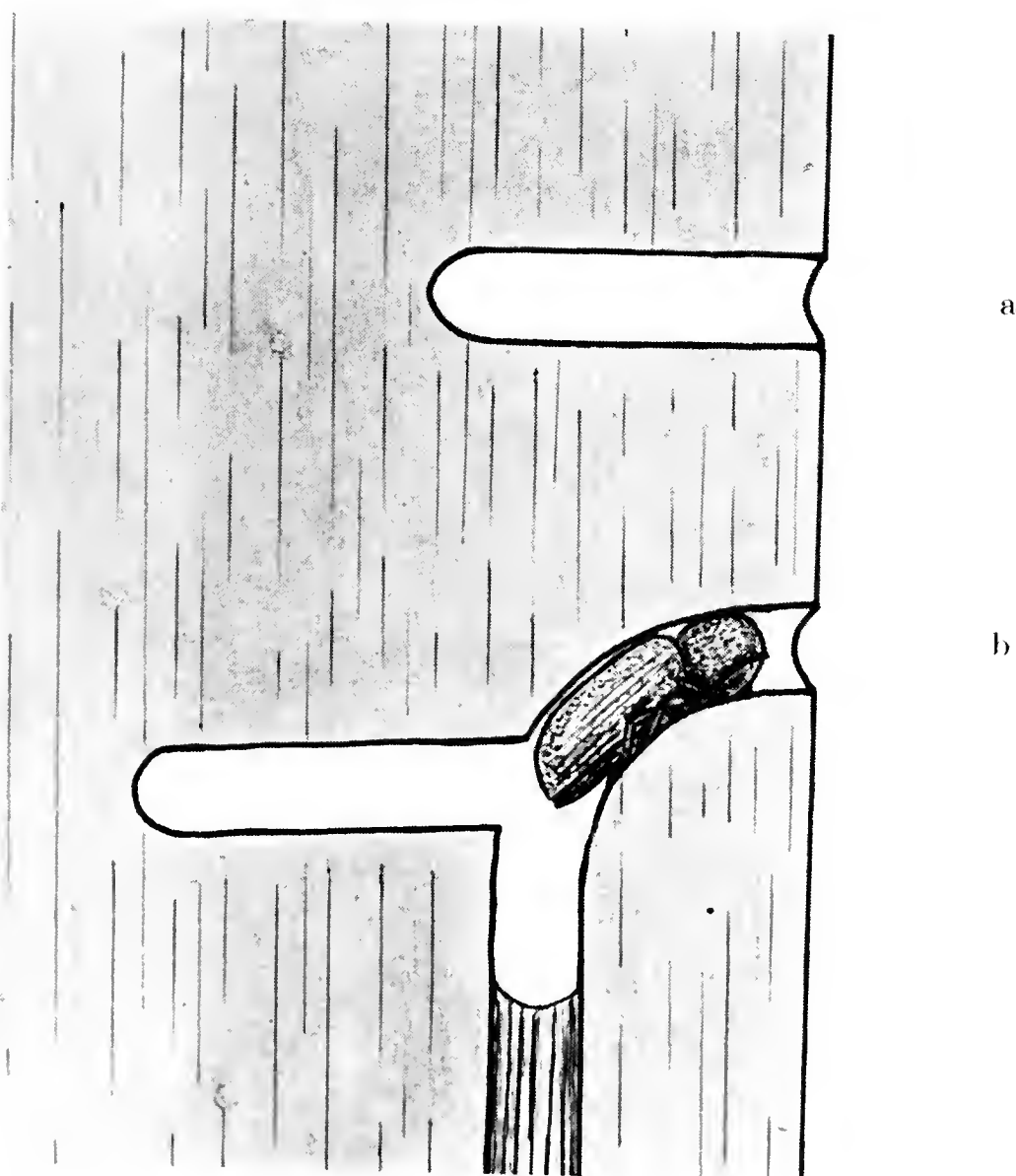


Abb. 2. Brutgänge des *Ptilinus pectinicornis*, schematisiert,  
a — Primärbefall  
b — Sekundärbefall von einer Puppenwiege ausgehend.



Nach der Immission dreht sich das Männchen um 180°, so daß beide Tiere aneinanderhängend, Abdomen an Abdomen, sitzen. Die Lösung der Kopula erfolgt nach etwa 5—15 min mit einem Zurückwenden des Männchens zum Weibchen hin.

Es ist nicht selten, daß bei Anwesenheit mehrerer Männchen Rivalitäten auftreten. So konnten Kopulationsversuche von 3 Männchen an einem Weibchen beobachtet werden. Das endlich zur Vereinigung gelangte Männchen wird von den übrigen nicht weiter beachtet, jedoch lassen diese auch nicht von ihren Kopulationsversuchen ab. Dabei kommt es auch zu Verwechslungen der Männchen untereinander, wobei besonders länger mit dem Weibchen in engerem Kontakt gewesene Männchen als weiblich behandelt werden.

Das Zustandekommen einer Kopula im Bohrgang ist unmöglich; wohl können sich bereits in Kopula befindende Pärchen in einen Bohrgang zurückziehen.

### 3. Zur Biologie des *Ptilinus pectinicornis*

In Zusammenhang mit der Zucht ergaben sich Beobachtungen über eine bei Anobien ungewöhnliche Art der Brutfürsorge, wie sie ähnlich bisher von Bostrychiden und Scolytiden bekannt ist.

#### a) Über die Anlage von Brutgängen

Die Weibchen des *P. pectinicornis* bohren Brutgänge. In der Art der Anlage lassen sich ein Primär- und ein Sekundärbefall unterscheiden. Der Primärbefall besteht aus einem kurzen Bohrgang quer zur Faserrichtung des Holzes und wird in der Regel nur an unbefallenem Holz angelegt. Die Weibchen bevorzugen zum Einbohren senkrechte Flächen mit Unebenheiten, in deren Winkeln das Einnagen erfolgt. Bei einem Befall über das Hirnholz biegt der Brutgang nach kurzem Abstand von der Oberfläche rechtwinkelig ab, so daß auch hier das Bauprinzip „quer zur Faserrichtung“ gewahrt bleibt.

Der Einbohrvorgang dauert an Weißbuche (*Carpinus betulus*) 2—3 Tage, bei einer Tiefe von 6—8 mm, an Pappel (*Populus* spez.) 24—36 h, bei Tiefen von 8—12 mm. Die Einbohrzeit ist von der Härte des Holzes abhängig.

Der Sekundärbefall setzt das Vorhandensein von Puppenwiegen mit Schlupflöchern voraus. Der Brutgang wird hier als Quergang oder hakenförmige Verlängerung von der Puppenwiege ausgehend angelegt (Abb. 2). Die Weibchen verwenden zum Bau einer solchen sekundären Brutanlage sehr häufig ihre eigene Puppenwiege. Sie verlassen das Holz dann nur zur Begattung und kehren sofort danach, mit dem Kopf voran, in ihr Schlupfloch zurück, um ihre Bruttätigkeit zu beginnen. Sie erscheinen von Zeit zu Zeit an der Gangmündung und werfen die bei der Nagetätigkeit anfallenden Schabsel aus dem Brutgang heraus. Die Weibchen sind beim Einbohren auch am Tage tätig, entgegen ihrer sonstigen Gewohnheit, erst mit beginnender Dämmerung aktiv zu werden.

Durch die Ortstreue zu dem Platz ihrer Entwicklung kommt es zu erheblichen Zerstörungen, die das Ergebnis der Bohr- und Fraßtätigkeit vieler Generationen sind. Nur ein sehr kleiner Teil der Weibchen verläßt den alten Brutplatz, um an einem anderen Holz durch einen Primärbefall dessen Zerstörung einzuleiten. Die Abwanderung scheint im Freiland durch den Einfluß holzzersetzender Pilze am alten Brutplatz häufiger notwendig zu werden.

Das in der Literatur oft genannte und im Verlauf der Beobachtungen zweimal festgestellte gemeinsame Auftreten der Art mit *Anobium punctatum* deGeer ist durch die Vorliebe der *P. pectinicornis*-Weibchen für schon vorhandene Schlupflöcher und Puppenwiegen leicht zu erklären.

## b) Zur Eiablage

Die stete Anlage der Brutgänge in der Querrichtung zur Holzfaser ließ eine Beziehung zur Eiablage vermuten. Die bei dem Einbohren angeschnittenen weitlumigeren Holzzellen zeigten sich bei stärkerer Vergrößerung als sorgfältig aufgezapft. Da Eier in den Brutgängen nie zu finden waren, lag es nahe, sie in den Zellhohlräumen zu suchen.

Es fanden sich hier sehr lange, an den Enden spitz zulaufende, glasige und äußerst dünnchalige Eier, die einzeln oder zu mehreren in die geöffneten Zellen eingeführt waren.

Ein Vergleich mit Eiern aus den Ovarien zeigt, daß die in unabgelegtem Zustand lang-spitzen Eier durch die Ablage in das Zellumen eine zusätzliche erhebliche Streckung erfahren. Die flexible Beschaffenheit ermöglicht eine Ablage auch in relativ engporige Hölzer, wobei sich das Ei nach dem Durchmesser des Zellumens verformt.

Die Länge der in Pappelholz abgelegten Eier wurde mit 1,5 mm, die Breite mit 0,075 mm gemessen. Die Ablagetiefe, gerechnet vom Bohrganginnenrand bis zur Eispitze, liegt bei 0,5—1 mm.

Die Weibchen verlassen den Brutgang auch nach der Eiablage nicht. Sie verbleiben häufig mit dem Halsschild zum Eingang gerichtet und bilden so, über ihren Tod hinaus, einen dichten und dauerhaften Verschuß zum Schutze der Brut, nicht zuletzt auch vor legefremden Weibchen der eigenen Art.

Die Art der Eiablage ist der der Lyctiden und einiger Bostrychiden ähnlich, wie überhaupt die Lebensweise der Art am besten mit „bostrychid“ zu kennzeichnen ist.

## 4. Zum Schadauftreten

*P. pectinicornis* wird im Freiland überwiegend in Rotbuche (*Fagus silvatica*), in Stubben, trockenstehenden und gefällten Stämmen sowie in Ästen gefunden. Aus der Türkei wird die Art von *Fagus orientalis* (Schimitscheck, 1944) gemeldet. Primärbefall durch Weibchen wurde in einem trockenen Ahornstamm (*Acer* spez.) entdeckt.

An verarbeitetem Holz wurde die Art nach eigenen Beobachtungen in Rotbuche (Treppen, Bohlen, Holztafel), Ahorn (Schnitzwerk, Bohlen), Pappel (Bretter) sowie in einem sehr bedeutenden Schadensfall an Weißbuche festgestellt (der Befall betraf das Lager einer Werkzeugfabrik, wo der Holzvorrat und vorgefertigte Körper von Schreinerhobeln stark befallen waren).

Als weitere befallene Holzarten werden Eiche, Platane, Erle (Schmidt H., 1949), Ulme (Frickinger H. W., 1955), Sycamore (Fischer R. C., 1929) genannt.

Das Auftreten von *P. pectinicornis* in Nadelhölzern ist mehrfach beschrieben, von anderen Autoren verneint worden. In Fütterungsversuchen zeigte es sich, daß Larven der Art in Kiefernspiltholz und Fichte sehr gut gedeihen. Trotzdem scheint ein Befall dieser Holzarten durch die Englumigkeit der Nadelholzzellen kaum möglich zu sein, wenn nicht ungewöhnliche Verhältnisse vorliegen. Ein Befall ist dann denkbar, wenn Holzgegenstände aus Laub- und Nadelholz zusammengefügt sind oder ein relativ weitlumiges Nadelholz angegriffen wird.

In Versuchen, in denen Weibchen Kiefernspiltholzklötzchen zum Einbohren geboten wurden, kam es in einem Fall zur Anlage eines ungewöhnlich langen Brutganges von 15 mm, jedoch nicht zur Eiablage; weitere Weibchen beschränkten sich auf 1—2 mm tiefe Annagestellen.

Die Art *P. pectinicornis* ist bei einer Aufzählung der europäischen holzerstörenden Anobien, in ihrer Bedeutung als Zerstörer von gesundem, trockenem Werkholz, nach *Anobium punctatum* deGeer an zweiter Stelle zu nennen. Schäden durch diese Art treten in neuerer Zeit zunehmend in Erscheinung. Die Art ist im Feiland nicht selten.



## LITERATUR

ALTSON, A. M.: Beetles damaging seasoned timber; Timber Trades Jour., 1922. — BECKER, G.: Über einige Ergebnisse und Probleme der angewandten Entomologie auf dem Holzschutzgebiet. Verh. d. dtsh. Ges. f. ang. Entomol., 1949. — ESCHERICH, K.: Die Forstinsekten Mitteleuropas. Berlin 1923. — FISCHER, R. C.: Lyctus powder-post-beetles. Forest Prod. Res. Lab. Princes Risborough, Bull. Nr. 2, 1929. — FRICKHINGER, H. W.: Leitfaden der Schädlingsbekämpfung. Stuttgart, 1955. — KALTENBACHER, J. H.: Die Pflanzenfeinde aus der Klasse der Insekten. Stuttgart, 1874. — KÖNIG, E.: Tierische und pflanzliche Holzschädlinge. Stuttgart, 1957. — LESNE, P.: Revision des Bostrychides. Paris, 1896—1909. — MADEL, W.: Schädlinge im Bauholz. Darmstadt, 1952. — REITTER, E.: Fauna Germanica, Bd. 3, 1911. — SCHIMITSCHEK, E.: Forstinsekten der Türkei und ihre Umwelt. Prag, 1944. — SCHMIDT, H.: Die tierischen Schädlinge des Holzes. Hannover, 1949. — TOOKE, F. G. C.: Beetles injurious to timber in South Africa. Pretoria, 1949. — VITÉ, J. P.: Die holzerstörenden Insekten Mitteleuropas. Göttingen, 1952. — ZACHER, F.: Die Vorrats-, Speicher- und Materialschädlinge und ihre Bekämpfung. Berlin, 1927.

## DISKUSSION

- G. BECKER: Haben Sie bereits die Abhängigkeit der Larvenentwicklung von der Feuchtigkeit bestimmen können?
- S. CYMOREK: Der Mangel an Versuchstieren hat bisher eine derartige Untersuchung nicht gestattet. Ich halte die Tiere mit gutem Erfolg bei etwa 70% rel. Luftfeuchte. Es hat den Anschein, als ob *Ptilinus pectinicornis* geringere Ansprüche an die Feuchtigkeit als *Anobium punctatum* deGeer stellt. Eine Untersuchung ist vorgesehen.
- G. A. LOHSE: Sind andere *Xyletinus*-Arten als Nutzholzschädlinge in Deutschland bekannt geworden?
- S. CYMOREK: Nach meiner Kenntnis sind *Xyletinus*-Arten bisher nicht in Zusammenhang mit Zerstörungen an Nutzholz in Deutschland genannt worden. *Xyletinus*-Arten scheinen weitgehend auf altes und pilzfaules Holz angewiesen zu sein.

## A REVIEW OF LABORATORY METHODS OF TESTING THE TOXICITY OF PRESERVATIVES TO CERTAIN SPECIES OF WOOD-BORING INSECTS

J. D. BLETCHLY and JEAN M. TAYLOR

Manuskript nicht eingelangt.

## ABSTRACT

Methods used at the Forest Products Research Laboratory of testing the toxicity of preservatives are discussed. The suitability for preservative testing of the insects employed (*Lyctus brunneus* Steph., *Xestobium rufovillosum* Deg., *Anobium punctatum* Deg. and *Hylotrupes bajulus* L.) and the techniques required are reviewed. The need for careful selection of wood samples and uniform loading with the preservative is emphasized. An ageing test is considered desirable. Difficulties encountered with higher concentrations of preservatives on end grain surfaces, where eggs are laid, may be overcome by sealing these surfaces prior to treatment in the case of *Lyctus* tests, and by treating boards before cutting out test blocks for *Anobium*; *Xestobium* presents special problems.

Where larval transfer methods are used, the insertion of larvae into the area of minimum concentration, provides a safety factor. This is increased by the use of larger larvae which are more resistant than newly hatched larvae. However, the value of this method of test is limited to a restricted part of one stage of the life-cycle. Owing to specific variations in susceptibility to toxicity levels data obtained on one species cannot be applied to another.

It is concluded that adoption of standard methods of test in different countries would facilitate comparison of results.

#### DISKUSSION

S. CYMOREK: Haben Sie Erfahrungen mit der Bewitterung von Prüfkörpern im Vakuum, wie sie zur Testung der insektenvorbeugenden Wirkung von Holzschutzmitteln in der schwedischen Norm vorgesehen sind?

J. D. BLETCHLY: verneint.

## SEKTION X

# MEDIZINISCHE UND VETERINÄRMEDIZINISCHE ENTOMOLOGIE

### THE INCRIMINATION OF ARTHROPODS AS VECTORS OF DISEASE

HERBERT C. BARNETT

Walter Reed Army Institute of Research, Wahsington, D.C., USA

It is now well over 60 years since it was first demonstrated that arthropods serve as carriers of infectious agents. Yet much confusion still exists on the subject of what constitutes a vector. Much of this confusion stems not from differences in definition but rather from the failure to recognize the necessity of establishing and fulfilling the requirements of a clear cut set of rules of proof. Other problems also are responsible for some of the confusion over the vector status of various arthropods.

Heartworm of dogs is a good case in point, because over a period of 20 years supposedly informed opinion shifted from the implication of mosquitoes to the implication of fleas. In this instance, the bewilderment over vector status apparently resulted from confusion over the identity of the etiologic agent. Newton and Wright (1956) showed that two filarial worms occurred in dogs. One, *Dirofilaria repens*, apparently is transmitted by fleas and not by mosquitoes, while the other *Dirofilaria immitis*, apparently is transmitted by mosquitoes but not by fleas.

We have also learned in the last few years, that the disease dengue is caused, not by one, but by at least four different groups of viruses, with resultant variation in clinical syndromes. This means that dengue, like malaria, is a complex of diseases rather than a single disease. Furthermore, West Nile fever virus which is transmitted by *Culex* rather than *Aedes* mosquitoes, commonly produces a disease difficult to distinguish from dengue. In retrospect, it seems virtually certain that in areas such as North Africa and the Near East, much of what has been labelled dengue was, in fact, infection with West Nile virus which was being transmitted by *Culex* mosquitoes. The situation is further confused by the fact that another virus, Chikungunya, distinctly unrelated to dengue virus, produces a dengue-like disease in Africa, and it appears that both *Aedes aegypti* and *Culex fatigans*, as well as other Culicine species, may serve as vectors.

In the last two decades virology has undergone an extremely rapid growth, bringing about, among other things, a flood of new viral agents, including many new so-called ARBOR or arthropod-borne agents. To date over 120 of these ARBOR viruses have been described, many with such exotic names as Wesselbron Bunyamwera, Kyasanur Forest, Mayaro, Zika and Sindbis. It should be borne in mind, however, that many of these viral agents have been isolated only in arthropods, and that these agents are,

in fact, "viruses in search of a disease." Until such time as it is shown that these viral agents naturally produce clinical infections in man or animals, it is premature to refer to their arthropod hosts as "vectors."

Returning to our earlier remarks on the necessity of establishing and fulfilling "rules of proof" for the determination of vector status, critical workers will insist that no arthropod can be incriminated as a vector until several requirements are satisfied. Table 1 lists four such requirements or criteria for the incrimination of vectors. We make no claim for originality here. Essentially the same criteria were taught by Drs. A. A. Granovsky and I. G. Leach at the University of Minnesota many years ago with reference to the insect transmission of plant diseases and similar rules of proof were published by Leach (1940). We have modified these "rules of proof" to apply more specifically to human diseases and to accomodate some of the newer concepts of disease. On the basis of the criteria here listed, many arthropods labelled as vectors in textbooks and elsewhere are only partially incriminated.

Table 1

Criteria for the Incrimination of Arthropods as Vectors of Infectious Agents

1. Demonstration that the suspected arthropod species feeds upon man or otherwise makes potentially effective contact with man under natural conditions.
2. Demonstration of a *convincing biological association* in time and/or space of the suspected arthropod species and the occurrence of clinical or subclinical infection in man.
3. Repeated demonstration that the suspected arthropod species, collected *under natural conditions*, harbors the *completely identified infectious agent* in the infective stage or state.
4. Demonstration of *transmission* of the completely identified infectious agent by the suspected arthropod species to suitable susceptible hosts under controlled conditions.

I would like to illustrate from our studies on Japanese encephalitis how the process of incrimination works and the nature of some of the problems one encounters in the process. The studies from which I am drawing material were conducted in Japan from 1949 to 1952 and at the Walter Reed Army Institute of Research in Washington since 1956.

To determine which mosquitoes attack man in the Tokyo area, we conducted over 8,000 man-hours of human biting collection in both urban and rural areas. The results we obtained in metropolitan Tokyo during 1950 are shown in Table 2. During that

Table 2

Human-biting Mosquito Collections, Tokyo, 1950<sup>1</sup>

	Number Collected
<i>Culex pipiens pallens</i> .....	3,186
<i>Culex tritaeniorhynchus</i> .....	1,115
<i>Aedes albopictus</i> .....	256
<i>Armigeres subalbatus</i> .....	221
<i>Anopheles sinensis</i> .....	52
<i>Aedes vexans nipponii</i> .....	32
<i>Aedes togoi</i> .....	32
Other species .....	20
Total .....	4,914

<sup>1</sup> Based on 2,593 man-hours of collecting.



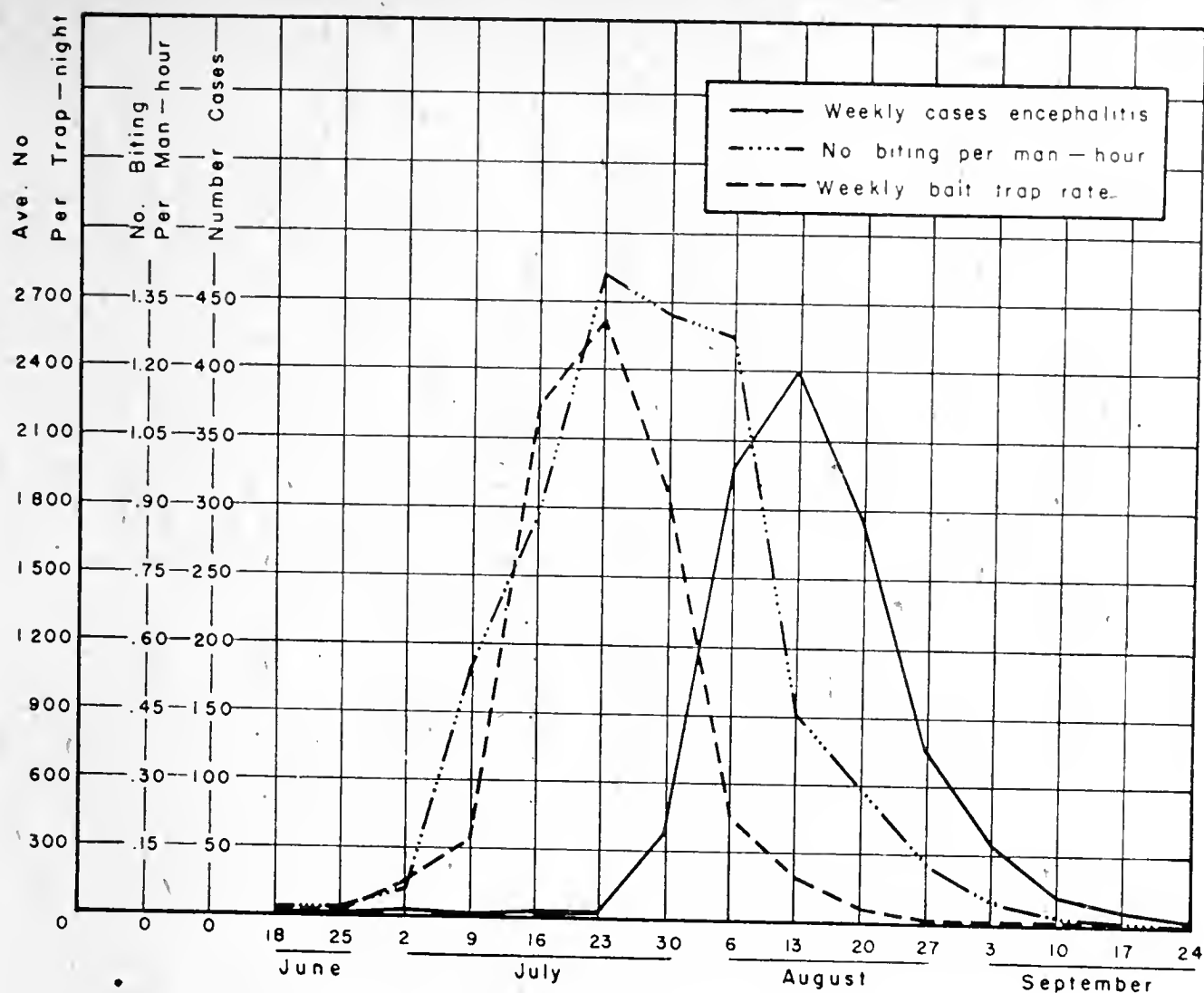


Fig. 1. Relation of *Culex tritaeniorhynchus* to Tokyo Encephalitis Epidemic of 1950.

year, as in the others studied, the two most common species attacking man were *Culex pipiens pallens* and *Culex tritaeniorhynchus*. The seasonal population indices obtained for these two species during 1950 indicated that during much of the season *C. pipiens pallens* attacked man more frequently than did *C. tritaeniorhynchus*. However, during the latter part of July, at the onset of the 1950 epidemic, the situation was reversed and the *Culex tritaeniorhynchus* human biting rate actually exceeded that of *C. pipiens pallens*. Through these studies and a precipitin test survey of engorged mosquitoes, we were thus able to satisfy the requirement of the first rule of proof—demonstration of the species feeding on man under natural conditions.

The second criterion for the incrimination of arthropods as vectors requires an association between the arthropod population and the incidence of disease either in terms of time or place. To satisfy this requirement, routine standardized mosquito collections were conducted in the Tokyo area during the period 1949—1951 for the preparation of mosquito population index curves. The latter were then compared with the curves of the epidemics which occurred each year. Fig. 1 illustrates two of these population index curves for *Culex tritaeniorhynchus*, one based on human biting collections, the other based on horse baited trap collections, together with the encephalitis epidemic curve for the Tokyo area in 1950. There is a marked resemblance in the configuration of all three curves. Further, the three week interval between the peak of the population index curves and the peak of the epidemic curves, concides roughly with the average incubation period of Japanese encephalitis in man (one to three weeks).

The third of our criteria for the incrimination of arthropods requires repeated isolation or demonstration of the infection of the arthropod in nature. We say "repeated" advisedly, because the odd isolation or two may be of no significance. For example, it is known that almost any bloodsucking arthropod which feeds upon a viremic animal

Table 3

Arthropod material processed at 406th Medical General Laboratory, Tokyo, Japan, for neurotropic virus isolations, 1949—1951

Species	No. Specimens	No. Pools	No. virus Isolations
<i>Anopheles sinensis</i> .....	14,977	310	0
<i>Armigeres subalbatus</i> .....	9,927	217	0
<i>Aedes albopictus</i> .....	190	11	0
<i>Aedes japonicus</i> .....	7	1	0
<i>Aedes nipponicus</i> .....	4	1	0
<i>Aedes togoi</i> .....	427	19	0
<i>Aedes vexans nipponii</i> .....	6,501	159	0
<i>Culex bitaeniorhynchus</i> .....	53	5	0
<i>Culex hayashii</i> .....	67	5	0
<i>Culex pipiens pallens</i> .....	46,310	867	0
<i>Culex tritaeniorhynchus</i> .....	135,901	1,665	136
<i>Uranotaenia bimaculata</i> .....	8	1	0
<i>Stomoxys calcitrans</i> .....	4,929	230	0
<i>Tabanus mandarinus</i> .....	7	1	0
Totals	219,308	3,492	136

can pick up and retain the virus from the blood of this animal for sometime, even though the virus is incapable of multiplying in the arthropod. The isolation of virus from an arthropod under such circumstances proves nothing with respect to the infection of the arthropod. This difficulty can be circumvented by holding recently engorged arthropods for a period of two days to permit digestion of the blood meal before virus isolation is attempted.

During the three year period 1949 to 1951, nearly one quarter million mosquitoes were tested in Tokyo for the presence of Japanese encephalitis virus. This was done by triturating lots of 100 or fewer mosquitoes in a diluent consisting of saline and normal inactivated rabbit serum to which penicillin and streptomycin had been added and inoculating the suspension intracerebrally into adult white mice. Table 3 shows a list of the mosquito material processed during this period for the isolation of Japanese encephalitis virus. From this material we obtained 136 isolates of Japanese encephalitis virus, all from *Culex tritaeniorhynchus*. No isolations were obtained from the 11 other mosquito species tested. Most of the isolates were obtained during 1950, the year of the largest epidemic. The first isolate obtained in 1950 was made from material collected during the second week of July, two weeks prior to the onset of the epidemic. The peak of infection in the *C. tritaeniorhynchus* population occurred during the first week of August, just one week prior to the peak of the epidemic, and the last isolate obtained that year came from material collected the last week of August, in the declining phase of the epidemic.

Turning to the fourth criterion and the question of experimental transmission of Japanese encephalitis by mosquitoes, we have devoted the major part of the past three years to laboratory studies of this nature. Using chicks and white mice as experimental animals, we have tested 6 mosquito species, as well as several geographic strains of two of these species, over a wide dosage range of virus. These experimental studies have shown that *Culex tritaeniorhynchus* transmitted most frequently over the entire dosage range, and that it had the shortest extrinsic incubation period. However, it is important

to note that species never found infected in nature were found to be quite capable of transmitting virus experimentally, although only when given very heavy doses of virus, in some instances much heavier than those which mosquitoes would obtain in nature. Furthermore, such species usually transmitted virus much less frequently than did *C. tritaeniorhynchus*. It must be concluded, therefore, that demonstration of experimental transmission is not in itself proof of vector status.

We would like to turn for a few moments to the subject of the spectrum of infection in virus diseases and its relation to transmission by arthropods. Most viral agents produce a gradient of disease varying from the clinically inapparent or subclinical infection to the frank or severe clinical disease. In the arthropod-borne viruses, inapparent infection with the subsequent development of immunity appears to be the rule rather than the exception. For example, Southam (1956) was able to show by serologic and epidemiologic studies in the Tokyo area that for each clinically apparent case of Japanese encephalitis at least 500 and possibly 1,000 inapparent infections with subsequent immunity occurred during 1954. Reeves *et al.* (1952) have shown that essentially the same situation applies to St. Louis encephalitis in the Yakima Valley of Washington in the United States. In his studies of the 1940 epidemic of yellow fever in the Nuba Mountains of the Anglo-Egyptian Sudan, Kirk (1941) found that natural immunity developing through inapparent infection occurred in from 53 to 80 per cent of the populations of three affected communities. Smorodintzev (1958) has reported that often more than 50 per cent of the adult population in areas of the U.S.S.R., where Russian spring-summer encephalitis is endemic, have immunity to this disease which developed as a result of subclinical infection following repeated contacts with infected ticks. Reports such as these are commonplace in the arthropod-borne viruses. What do these findings signify? They mean that in the absence of related viruses producing cross-immunity and in infections transmitted solely by arthropods, the arthropod is serving as a vehicle of immunization. Furthermore, since the occurrence of clinical disease is much less frequent than that of inapparent infection, the role of vector of disease is secondary to the role of vehicle of immunization in the ecology of these viral diseases. However, many questions concerning this phenomenon remain to be answered. What factors determine whether infection is inapparent or clinical? Do arthropods in any way determine whether infection is clinical or inapparent? If so, are vector or non-vector species involved? What effects, if any, does vector control have on the naturally acquired immunity of a population? We believe that investigations on these questions may well prove to be among the most important contributions to medical entomology during the next decade.

#### REFERENCES

- KIRK, R. An epidemic of yellow fever in the Nuba Mountains, Anglo-Egyptian Sudan. *Ann. Trop. Med. Paras.* 35: 67—112. 1941. — LEACH, J. Insect transmission of plant diseases. McGraw-Hill, New York, p. 541. 1940. — NEWTON, W. and WRIGHT, W. The occurrence of a dog filariid other than *Dirofilaria immitis* in the United States. *Jr. Paras.* 42: 246—258. 1956. — REEVES, W., HAMMON, W., LAZARUS, A., BROOKMAN, B., McCLURE, H. and DOETSCHMAN, W. The changing picture of encephalitis in the Yakima Valley, Washington. *Jr. Infect. Dis.* 90: 291—301. 1952. — SMORODINTZEV, A. Tick-borne spring-summer encephalitis. In *Progress in Medical Virology*, edit. E. Berger and J. Melnick, Hafner Publ. Co., New York, pp. 232—233. 1958. — SOUTHAM, C. Serological studies of encephalitis in Japan. II. Inapparent infections of Japanese B encephalitis virus. *Jr. Infect. Dis.* 99: 163—169. 1956.

# ARTHROPOD-BORNE VIRUSES IN THEIR VECTORS

D. S. BERTRAM, E. R. NYE, R. G. BIRD and M. G. R. VARMA

Department of Entomology, London School of Hygiene and Tropical Medicine

(See table XIV)

In recent times, arthropod-borne (arbor) viruses have rapidly increased from a few to about 100 entities, some of the newer discoveries being of medical concern. Much detail is available in Rivers and Horsfall (1959) and broader discussion in a symposium by Darlington, Mattingly and Gordon Smith (1960). Setting aside *Phlebotomus*- and *Culicoides*-transmitted viruses, vectors are either culicine mosquitoes or ixodid ticks. But, as Burnet (1960) emphasizes, new situations can be expected. Research on arbor-viruses in their vectors needs no justification.

We use for such study mainly the Group A virus Semliki Forest Virus (SFV) in *Aedes aegypti* L., the vertebrate host being infant mice (Woodall and Bertram, 1959). This proved a more satisfactory model than expected (cf. Smithburn and Haddow, 1944; Davies and Yoshpe Purer, 1954). *Aedes togoi* also proved a good vector (Nye and Lien, 1960) but, for certain aspects of our purpose, not *Aedes aegypti* infected by feeding on virus mixtures through a membrane (Nye and Bertram, in press).

## Biological Characteristics

As reported in Woodall and Bertram (*loc. cit.*), *Aedes aegypti* infected with SFV by biting viraemic infant mice transmitted to clean mice daily for the next 15 days and whenever tested until the 46th day. Transmission was efficient, 65.5% of 85 mice being infected. A single female, even if only probing, effected transmission.

Although mechanical transmission occurred for at least 2 days, the onset of biological transmission following early virus invasion of the salivary glands obscured how long mechanical transmission could take place. The mosquitoes were caged, after infection, at 29°–30° C. and 80% relative humidity with sugar solution continuously available. Such conditions may have favoured long survival of this stable virus in the mosquito mouthparts and made mechanical transmission possible for many days. Survival (?multiplication) in *An. labranchiae atroparvus* mouthparts, with recurring mechanical transmission for 5 weeks, was recorded for another stable virus, myxoma of rabbits (Andrewes *et al.*, 1956), this virus not being transmitted by the salivary route. One wonders if efficient transmission of a tropical arbor-virus obligatorily involves biological transmission.

The pioneer observations of Whitman (1937) on the extrinsic incubation period of yellow fever virus (YF) in *Ae. aegypti* have been followed by similar studies, with broadly comparable findings, e.g. YF in *Haemagogus* (Bates and Roca-Garcia, 1946); YF in *Ae. aegypti* (Davies and Yoshpe-Purer, *loc. cit.*); Eastern Equine Encephalitis (EEE) in *Aedes triseriatus* (Chamberlain and Sudia, 1955); Murray Valley Encephalitis (MVE) in *Culex annulirostris* (McLean, 1958); and Zika and Uganda S viruses in *Ae. aegypti* (Boorman and Porterfield, 1956, and Boorman, 1958, respectively). With our model, the typical temporary fall in virus level in the mosquitoes in the first day or so after their infecting meal was also obtained. Bearing in mind histological enquiry, this transient decline in titre may usefully be viewed in the light of general concepts of virus invasion of, and replication in, cells (see, for example, Burnett, *loc. cit.*) as compounding slow deterioration of virus in the gut lumen and the true initial eclipse phase, probably measurable in hours, when some virus particles enter gut cells and then become non-infective while they undergo replicative processes.

Also relevant to our intentions was evidence that the SFV-infected *Ae. aegypti* harboured virus widely in the body for, essentially, the life-time of the mosquito. This we confirmed to be so by organ titrations (glands, stomach and other parts) and several



other workers, notably McLean (*loc. cit.*), have also demonstrated that arbor-viruses remain quite widespread in the body of the vector mosquito.

This much understood, we turned to methods suited to conventional microscopy and, later, to electron microscopy to explore in sectioned mosquitoes virus-vector relationships at tissue and cell level. Space precludes accounts of procedure and technique, but uninfected and infected mosquitoes have been compared, with appropriate tests of virus infection for the latter.

### Conventional Microscopy

Briefly, light microscopy techniques show, so far, nothing of virus, or virus effects. No inclusion bodies were found (Duffett, 1949). Fluorescence of acridine orange under U-V light (Armstrong, 1957) revealed no change of RNA or DNA distribution attributable to virus infection. The intense orangered RNA-type fluorescence, notably in gut cell cytoplasm, suggested (Nye, 1960) this tissue as particularly suitable for replication of an RNA-virus, such as SFV (Cheng, 1958). More disappointing was failure with the fluorescent-antibody conjugate technique. Only lissamine rhodamine (Chadwick, 1958) was used. The possibility of technical imperfection is accepted. The principle deserves further effort and with other dye conjugates.

### Electron Microscopy

Electron microscopy was with an E. M. 6 operated by Dr. R. G. Bird in the Electron Microscopy Laboratory of this institute. Mosquitoes were injected to distension with osmium fixative, subsequent technique being as in Garnham, Bird and Baker (1960). Electronmicrographs of SFV particles in sprayed suspensions (Brenner and Horne<sup>1</sup>, 1959) show a subspherical, probably icosahedral, body about 500 Å (50 mμ) in diameter containing a core of, it is thought, RNA within a perimeter layer of protein sub-units (capsomeres). Sectioned, necrotic, SFV-infected tissue culture<sup>2</sup> also suggested what we should look for in the mosquito material (see also Horne and Nagington, 1959).

Subcellular morphology of the normal mosquito tissues was, of course, essential study. Professor F. E. Lehmann (in Waddington, 1959, p. 123) comments: "... how monotonous this submicroscopic world looks". Epithelial cells of the midgut of *Aedes aegypti* are, broadly, speaking, consistent with this cri-de-cœur (Figs. 1 and 2). Moreover, the striated border of the luminal aspect conforms to its description in a few other insects (Edwards, 1960) as being composed of microvilli. But one feature is not, we believe, reported for other animal cells. What appears to be typical endoplasmic reticulum, and most of it, forms large whorls, or "finger-prints", on, usually, the luminal aspect of the nucleus (Fig. 1). We have seen it in late larvae, pupae and females. We have some evidence that these may undergo, in the female, differential complex distensions to form ramifying channels in the cytoplasm (Fig. 2), and this only during digestion of blood meals. Micromorphological evidence in endoplasmic reticulum of blood protein digestion and RNA synthesis would not be illogical. Conspicuous "finger-prints" occur in both SFV-infected and clean mosquitoes.

So far, what we believe may be some manifestation of formation of SFV particles have been found in midgut cells (Fig. 3); but not commonly nor numerous; also, possibly, formed particles in salivary gland (Fig. 4) in the 9th day of the extrinsic cycle. That these bodies are few, with some concentration towards the cell wall, notably near

<sup>1</sup> We are indebted to Dr. R. W. Horne of the Cavendish Laboratory, Cambridge, for valuable initial advice on his technique, and for providing an electronmicrograph of the SFV particles.

<sup>2</sup> Acknowledgements are due to Dr. C. E. Gordon Smith of the Department of Bacteriology and Immunology of this institute for tissue culture material.

the gut basement membrane, bears some reflection in relation to one concept from other wider virological studies (see Burnet, 1960, p. 60) that infective virus particles are finally formed only near a cell surface. The apparent paucity in mosquitoes of infected cells, the absence of dramatic cell necrosis, agrees with the fact that mosquitoes infected with arbor-viruses show no ill-effects—at least in caged captivity. Whether SFV infection affects the “finger-prints”, mitochondria and certain vacuolar formations is under study. Much remains to be done but, even more surprising, work on the gut and digestion by light microscopy is singularly lacking (cf. Christophers, 1960). Both fields need attention, and correlation.

Recently, Dr. M. G. R. Varma, formerly of the Virus Research Centre, India, and now in our laboratory by special agreement, has begun work with ixodid ticks and their infection with tick-borne virus as a basis to comparable studies in this sphere.

### Transovarial Inheritance of Pathogens

Passage of viruses (and other pathogens) from an infected female parent to her progeny is commonly reported for ticks, rarely for mosquitoes. (With certain qualifications, the comparison is indeed wider—between acarines and insects.) One or more of several factors favour transovarial inheritance of organisms in ticks more than in mosquitoes. Tick eggs, or larvae (cf. symbiotic infection of bugs, Brecher and Wigglesworth, 1944), are exposed at oviposition and hatching to much excremental contamination, but this risk with mosquitoes seems relatively improbable. Larval ticks ingesting organisms during engorgement may introduce infection to their tissues when, notably, genital organs are still rudimentary and, possibly, more accessible and susceptible to invasion. The female mosquito takes up infecting organisms only after the ovary system is fully developed. In general, tissues are also longer exposed in ticks than in mosquitoes to invasion.

Morphological comparison is interesting. Tick ova protrude into the haemocoel, separated from it by only a basement membrane (Lees and Beament, 1948). In mosquitoes, two additional sheaths are interposed between the haemocoel and the basement membrane of the egg follicles and germarium (Bertram, in press). By electron microscopy, the basement membrane of both arthropods is an acellular layer, and to that extent not dissimilar from cell walls which intracellular organisms are able to penetrate. The mosquito sheaths include very fine, nucleated muscle strands (Nicholson, 1921) with inter-sheath connectives. But, from electron microscopy study, optimal cellular environment for virus survival, let alone replication, may not exist. Subtler issues of relative susceptibilities of the actual oocyte cell of mosquitoes and ticks await attention. In the medical and veterinary spheres interest centres on the pathogenic arbor-viruses, besides other pathogens, but the problem cannot be dissociated from the wide issues of internal symbiosis in insects (see Richards and Brooks, 1958), in acarines, and mechanisms of cell penetration.

Meanwhile, in terms simply of adult behaviour and morphology, transovarial inheritance of organisms seems less likely to occur with mosquitoes than with ticks.

### REFERENCES

- ANDREWES, C. H., MUIRHEAD THOMSON, R. C. & STEVENSON, J. P. (1956). *J. Hyg.*, **54**, *J. Hyg.*, **54**, 478. — ARMSTRONG, J. A. (1957). *Nature*, **180**, 1335. — BATES, M. & ROCA-GARCIA, M. (1946). *Amer. J. trop. Med.*, **26**, 585. — BERTRAM, D. S. (in the press). *Monogr. Wld Hlth Org.* — BRECHER, G. & WIGGLESWORTH, V. B. (1944). *Parasitology*, **35**, 220. — BRENNER, S. & HORNE, R. W. (1959). *Biochim. biophys. Acta*, **34**, 103. — BOORMAN, J. P. T. (1958). *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **52**, 383. — BOORMAN, J. P. T.

& PORTERFIELD, J. S. (1956). *ibid.*, **50**, 238. — BURNET, F. M. (1960). *Principles of Virology*. Academic Press: New York and London. — CHADWICK, C. S. (1958). *Lancet*, (i), 412. — CHAMBERLAIN, R. W. & SUDIA, W. D. (1955). *Amer. J. Hyg.*, **62**, 295. — CHENG, P. Y. (1958). *Nature*, **181**, 1800. — CHRISTOPHERS, R. (1960). *Aedes aegypti*. Cambridge Univ. Press. — DARLINGTON, C. D., MATTINGLY, P. F. & SMITH, G. E. C. (1960). *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **54**, 89. — DAVIES, A. M. & YOSHPEPURER, Y. (1954). *J. trop. Med. Hyg.*, **57**, 273. — DUFFETT, R. E. (1949). *Stain Techn.*, **24**, 73. — EDWARDS, G. A. (1960). *Ann. Rev. Ent.*, **5**, 17. — GARNHAM, P. C. C., BIRD, R. G. & BAKER, J. R. (1960). *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **54**, 274. — HORNE, R. W. & NAGINGTON, J. (1959). *J. Mol. Biol.*, **1**, 333. — LEES, A. D. & BEAMENT, J. W. L. (1948). *Quart. J. Micro. Sci.*, **89**, 291. — McLEAN, D. M. (1955). *Austr. J. exp. Biol. med. Sci.*, **33**, 53. — NICHOLSON, A. J. (1921). *Quart. J. micro. Sci.* **65**, 395. — NYE, E. R. and BERTRAM, D. S. (in the press). *Virology*. — NYE, E. R. (1960). *ibid.*, **54**, 3. — NYE, E. R. & LIEN, J. C. (1960). *ibid.*, **54**, 263. — RICHARDS, A. G. & BROOKS, M. A. (1958). *Ann. Rev. Ent.*, **3**, 37. — RIVERS, T. M. & HORSFALL, F. L. (1959). *Viral and Rickettsial Infections of Man*. Philadelphia: Lippincott. — SMITHBURN, K. C. & HADDOW, A. J. (1944). *J. Immunol.*, **49**, 141. — WADDINGTON, C. H. (1959). *Biological Organisation: Symposium*. London: Pergamon. — WHITMAN, L. (1937). *J. exp. Med.*, **66**, 133. — WOODALL, J. P. & BERTRAM, D. S. (1959). *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, **53**, 444.

Acknowledgement is due to the Wellcome Trust for a generous grant providing the electron microscope and ancillary equipment.

## ARTHROPOD-BORNE DISEASES AND THEIR VECTORS IN NEW YORK STATE\*

DONALD L. COLLINS

New York State Museum and Science Service, Albany, N. Y., USA

Although New York State lies between 40° 30' and 45° north latitude, i.e., in approximately the same latitude as northern Spain, southern France and central Italy, it has a much more rigorous climate and it has come as a surprise to many citizens of our state to learn that we have reason to be concerned over several arthropod-borne diseases.

With the eradication of malaria from the state many years ago, New York has enjoyed a comparative freedom from epidemics of arthropod-borne diseases, but several of the diseases, along with their vectors, do occur within our limits, a few cases every year, and with the recent opening of the St. Lawrence Seaway to world traffic, we are now more open to invasion by others. It is timely, therefore, to consider both their present status and their potential for the future in New York State.

This paper, which deals primarily with their present status, is Part I of a two-part presentation. Part II is a discussion of vectors and possible vectors, not only of diseases known to occur in New York but of related diseases which have not yet been proven to occur, or have occurred only by occasional introduction. Part II will be reserved for a later paper.

Diseases of significance in this discussion may be classified under three principal headings—(a) those of bacterial origin, (b) those due to rickettsiae, and (c) the group caused by viruses.

\* Presented and published by permission of the Director, New York State Museum and Science Service.

### a) Diseases of bacterial origin and their vectors

1. *Tularemia*. The causative organism is *Pasteurella tularensis*. The occurrence of tularemia in New York State through 1945 was thoroughly documented by I. J. Tartakow, M. D. (Tartakow, 1946).<sup>1</sup> Between 1927 and 1945 the New York State Department of Health reported 81 cases, with 5 deaths. This is a comparatively small number when it is noted that in one year (1938), in the country as a whole there were 2,088 cases, with 139 deaths, mostly in the central states, with Illinois, Ohio and Missouri in the lead.

From 1927 through 1959 (a period of 33 years) 120 cases of tularemia have been reported by the New York State Department of Health as having occurred in New York State. Only three of these were associated with bites of arthropod vectors that occur in the state, namely, the eastern wood tick *Dermacentor variabilis* Say, and a "deer fly," presumably *Chrysops* sp.

Foshay (1955)<sup>2</sup> lists 18 different species of arthropods as vectors capable of transmitting tularemia. Of these 18 species, probably at least half occur or may occur in New York State, including the ticks *Dermacentor variabilis* Say (eastern wood tick), *Amblyomma americanum* (lone star tick), and *Haemaphysalis leporis-palustris* Packard (rabbit tick); several species of lice and fleas including the East Indian rat flea, *Xenopsylla cheopis*; several species of deer flies (*Chrysops*); the stable fly (*Stomoxys calcitrans*); the mosquitoes *Aedes cinereus* and *Aedes excrucians*; the bed bug (*Cimex lectularius*); and other possible or probable vectors such as blackflies (*Simuliidae*), and mosquitoes other than those mentioned.

Of the three ticks, although the rabbit tick is extremely common, especially in the southeastern part of the state, and is generally considered to be the chief agent in perpetuating the disease in nature, especially among rabbits it does not ordinarily bite man, and may be virtually ruled out as a vector to be considered as far as man is concerned.

The lone star tick, *Amblyomma americanum*, which does bite man readily is rare in New York State. In six years of study and collection of ticks on eastern Long Island, no specimens of this species were collected, and in fifteen years of work with ticks in this state, I have seen only one specimen collected from this state, namely, one sent in from Newburgh, but which beyond all doubt had been acquired near Huntington, in Suffolk County, on Long Island.

Of other ticks there are several species of *Ixodes*, which occasionally bite man, including *muris* and *scapularis* which are fairly common, especially, again, on Long Island; but their attacks on man are so infrequent that they could not be considered a dangerous source of human infection even if they were shown to be good vectors among animals.

This leaves the eastern wood tick, *D. variabilis*, which bites both man and rabbits very readily and is extremely common on Long Island, as the only important tick vector of tularemia to man in New York, especially since it and the closely related *D. andersoni* have been shown to be such in other states. Since this tick is common only on Long Island in New York State, that area would seem to be the only area where tick-borne tularemia would be at all likely to occur. Statistics already cited indicate that this mode of infection must be extremely rare in New York even in areas of great vector abundance.

<sup>1</sup> Tartakow, I. J. 1946. Tularemia in New York State. New York State J. Med. 46 (12): 1329—38. June 15.

<sup>2</sup> Foshay, Lee. 1955. Diseases transmitted from animals to man, by T. G. Hull, Ch. XXV, Tularemia, pp. 509—522.



The other possible vectors appear to be tabanids of the genus *Chrysops*, the deer flies. *C. discalis* is cited as the "principal source of infection in Utah" (Foshay, loc. cit.), but it does not occur in New York State. It is unfortunate that the species of *Chrysops* said to have been responsible for the bite that caused a case in Broome County is not known.

Pechuman<sup>3</sup> lists 39 species and subspecies of *Chrysops* as occurring in New York. He considers *vittata* to be the commonest species, probably occurring in every part of the state in "almost any habitat", especially in low lying wooded areas. "It is a severe pest of livestock throughout the state but seems to show a definite preference for humans." He adds that humans are more likely to be bitten by *C. wiedemanni* than by any other, and cites *C. vittata*, *C. univittata*, *C. lateralis* and *C. moecha* as being particularly active and vicious biters in certain localities. One species or another may occur in varying abundance from the middle of May until early September. Only the females suck blood. The larvae live in wet soil and mud at the margins of ponds, streams and swamps, including, for some species, salt marshes.

### b) Diseases due to rickettsiae

1. *Rocky Mountain spotted fever*. The causative organism is *Rickettsia rickettsii*. It is transmitted to man by ticks. In New York State the only tick of importance in this respect is *Dermacentor variabilis* Say, the eastern wood tick or American dog tick. The lone star tick, *Amblyomma americanum*, is rare (see above) and is not considered a problem in New York.

*D. variabilis* has been recorded from upstate New York, but I am not aware of any locality in which it has actually become well established north of Westchester County. To date, both the tick and the disease are strictly Long Island problems as far as New York State is concerned.

There have been from one to 18 or 20 cases of Rocky Mountain spotted fever each year in New York State (Long Island) ever since 1912, when the first known cases were recorded, except for 1940 when there were none. To account for the absence in 1940, Dr. John K. Miller, one of the collaborators in the studies in New York, advanced the interesting hypothesis<sup>4</sup> that the hurricane of 1938, which caused widespread flooding of small rodent habitats in heavily tick-infested areas, resulted in the death by drowning of perhaps the majority of the hosts of tick larvae. Thus, although nymphs and larvae survived on the larger animals and caused the infections recorded in 1939, their larvae did not find sufficient small rodents to enable a sufficiently large population of adults to develop in 1940 to infect the human population.

This hypothesis is also in accord with that advanced by Glasgow and Collins<sup>5</sup> that there is a "critical tick-to-human-to-wildlife population level below which the causative *Rickettsia* of Rocky Mountain spotted fever is no longer a human health hazard and possibly, as with the *Plasmodium* of malaria, may likewise spontaneously become locally extinct".

<sup>3</sup> Pechuman, L. L. 1957. The Tabanidae of New York. Proc. Rochester (N. Y.) Acad. of Science 10 (3): pp. 121—182. December.

<sup>4</sup> Miller, J. K., 1950. Rocky Mountain spotted fever on Long Island. Ann. Int. Med. 33 (6): 1398—1406. Dec.

<sup>5</sup> Glasgow, R. D. and D. L. Collins, 1948. Ecological, economic and mechanical considerations relating to the control of ticks and Rocky Mountain spotted fever on Long Island. J. Ec. Ent. 41 (3): 427—431. June.

Added credibility is given to this hypothesis when it is recalled that human cases of tick fever have occurred or been acquired in considerable numbers only in areas where the tick vectors have been more than ordinarily abundant.

2. *Other rickettsial diseases: Rickettsialpox.* The etiological agent of Rickettsialpox is *Rickettsia acari*, and the vector to man is presumed to be the house mouse mite *Allodermanyssus sanguineus* (Hirst) (Huebner, Jellison and Pomerantz, 1946).<sup>6</sup> The mites were abundant on house mice (*Mus musculus*) in 1946 in the borough of Queens, New York City, where as many as 124 cases of rickettsialpox occurred. The species was first described from rats in Egypt. According to Pratt, Love and Harmston (1949),<sup>7</sup> specimens of *A. sanguineus* have been identified from Tucson, Arizona, the District of Columbia, New York City, Philadelphia, Indianapolis and Boston. There are also other records from other parts of the country but we have no additional records from New York State. However, it would not be surprising if it should occur in other population centers.

### c) Diseases due to viruses

According to Casals and Reeves,<sup>8</sup> in the past thirty years nearly fifty distinct viruses have been found to be arthropodborne, and new ones are being added every year. Only one of these has thus far been demonstrated to occur in New York State, namely, eastern encephalitis, which is mosquito-borne. Most of the viruses are carried either by ticks or mosquitoes, possibly by both, and both of these types of arthropods are represented in New York State by species which are either known disease vectors or closely related to known disease vectors.

*Eastern encephalitis.* No authenticated human case of arthropod-borne encephalitis has been recorded from New York State, but the virus has been isolated from pheasants in the lower Hudson Valley and from both pheasants and ducks on Long Island. Isolations from pheasants in Connecticut have also been made, and human cases have occurred in both Massachusetts and New Jersey, so that the disease and its epidemiology and vectors are of more than academic interest in New York. I have already summarized the present status of the disease and its potential and probable vectors in New York in a previous paper<sup>9</sup>.

It is believed that birds are the natural hosts of EEE as well as of the western and St. Louis types (which are not known to occur in New York), and that various species of mosquitoes are vectors from bird to bird and from bird to man. The principal bird-to-bird vector appears to be *Culiseta melanura*. One-third (17) of the mosquito species known from New York State have been associated in some way with the encephalitis picture (not necessarily in this state) either as vectors or suspected vectors or because virus has been isolated from them. The principal vector to man is not known. Details on the biology and state distribution of these species are given in the paper cited.

<sup>6</sup> Huebner, R. J., W. L. Jellison and C. Pomerantz. 1946. Rickettsialpox—a newly recognized rickettsial disease. IV. Isolation of rickettsial apparently identical with the causative agent of rickettsial pox from *Allodermanyssus sanguineus*, a rodent mite. U.S. Pub. Hlth. Rept. 61: 1677—1682.

<sup>7</sup> PRATT, H. D., J. E. Love and F. C. Harmston. 1949. New locality records for *Allodermanyssus sanguineus* vector of rickettsialpox. J. Ec. Ent. 49 (3): 414—415. June.

<sup>8</sup> Casals, Jordi and W. C. Reeves. 1959. Arthropod-borne animal viruses, In "Viral and Rickettsial Infections of Man", 3rd ed. Ed. by T. M. Rivers and F. L. Horsfall, pp. 269—285. J. B. Lippincott, Philadelphia and Montreal.

<sup>9</sup> Collins, D. L. 1960. Status of eastern equine encephalitis and the mosquito vector potential in New York State. N. Y. State Jour. Med. 60 (8): 1225—1229.

D. S. BERTRAM, E. R. NYE, R. G. BIRD and M. G. R. VARMA:  
Arthropos-borne Viruses in their Vectors

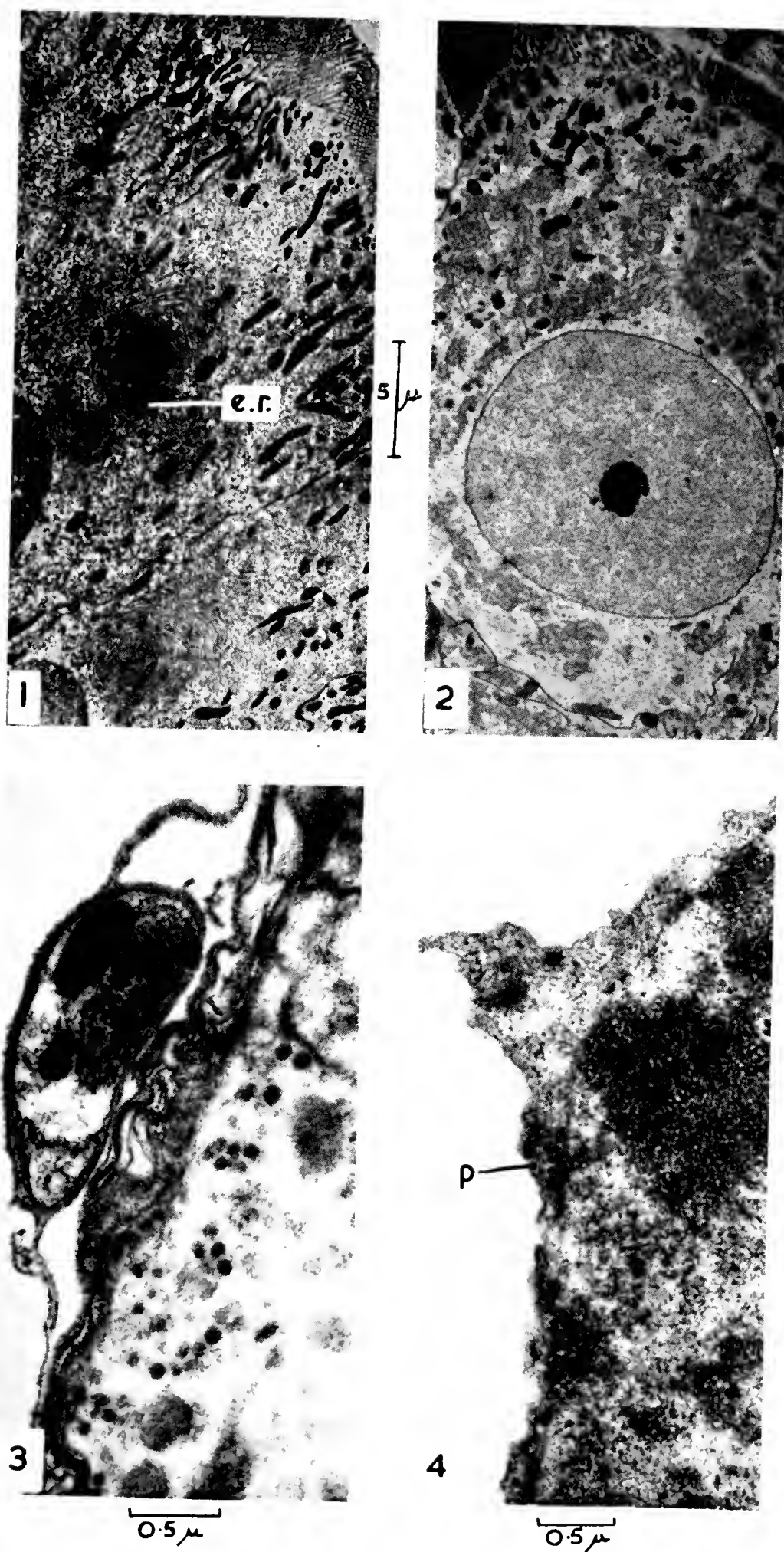


Fig. 1. Midgut epithelial cells of unfed *Aedes aegypti*, ♀. e.r. — "finger-prints" of endoplasmic reticulum.

Fig. 2. As Fig. 1, but 24 hrs after blood-meal. Note endoplasmic reticulum is a system of channels.

Fig. 3. Possible manifestations of SFV-virus formation in midgut, in angle of a cell wall and basement membrane. *Aedes aegypti*, ♀.

Fig. 4. Possible SFV-virus particles in salivary gland of *Aedes aegypti* ♀ Ninth day of extrinsic cycle. p—particles.





## DISCUSSION

- A. M. FALLIS: Is there any evidence of transmission of the virus to ducks on Long Island?
- D. COLLINS: The arthropod vector which is presumed to be involved in transmission to Ducks on Long Island has not yet been demonstrated. *Culiseta melanura* occurs in the area, however, and is being investigated.
- C. E. HOPLA: It is of interest that you state *Ixodes scapularis* infrequently bites man in New York State. In the areas of Eastern Oklahoma, Arkansas and Tennessee it attacks man with regularity, during the months of September, October, and November.
- P. F. MATTINGLY: Do I understand that the general subjective impression in New York State is that, owing to the unsuitability of *Culiseta melanura* as a winter host, the Eastern Equine Encephalitis virus may be overwintering farther south and being brought north by migrating birds?
- D. COLLINS: Actually, we do not know how the virus overwinters in New York, and that it is brought north by migratory birds is only one of the theories. Recent work in Europe on the overwintering of Russian Spring-Summer encephalitis open the possibility of overwintering in ticks, and this is one of the points we plan to investigate.

## ARTHROPODS IN RELATION TO THE RESERVOIR MECHANISM OF MICROBIAL AGENTS OF ANIMAL DISEASES

CORNELIUS B. PHILIP

Rocky Mountain Laboratory, Hamilton, Montana, USA

### ABSTRACT

The reservoir function in any arthropod-borne animal disease is conceived as a dynamic adjustment between the vertebrate hosts and arthropod vectors in maintenance of the disease agents. While vertebrates are generally accused of playing the major reservoir role in the disease cycle caused by viruses, rickettsiae, bacteria or protozoa, data are presented which support the view that many arthropod vectors supply at least a supplemental, and often a major, reservoir function. This depends on several factors: long life of the vector, including over-wintering or inter-epizootic survival in appropriate environments, parasitism in more than one stage or on more than one host in a given generation, passage of the agent transstadially and transovarially, and possibly cyclic propagation or multiplication of the agent in the vector. Occasionally there is long persistence of the agent in arthropod feces. Acarina, especially ticks, provide the best examples as invertebrate reservoirs of microbial agents of animal diseases. The literature on the subject has been reviewed by Philip and Burgdorfer for the 1961 Annual Review of Entomology.

(Die vollständige Arbeit mit Literaturverzeichnis wird in „Acta Tropica“, Basel, publiziert.)

# INSEKTEN ALS WIRTE UND ÜBERTRÄGER VON RICKETTSIEN

F. WEYER

Bernhard-Nocht-Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten, Hamburg

## Abgrenzung des Themas

Der Begriff „Rickettsien“ wurde durch da Rocha Lima (1916) im Zusammenhang mit der Entdeckung, Beschreibung und Benennung des Erregers des klassischen Fleckfiebers, *Rickettsia prowazeki*, geprägt. Wir verstehen unter Rickettsien kleine, pleomorphe, bakterienähnliche, gram-negative Organismen, die als Parasiten in oder in engem Kontakt mit bestimmten Zellen leben, auf Bakteriennährböden nicht züchtbar sind und sich außer in Warmblütern in verschiedenen Arthropoden entwickeln, welche gleichzeitig die Rolle von Überträgern auf den Warmblüterwirt übernehmen. Ohne auf die genaue Definition und Abgrenzung der Rickettsien gegenüber anderen Mikroorganismen näher einzugehen, soll hier lediglich von denjenigen Rickettsien die Rede sein, die wir als Erreger menschlicher Rickettsiosen kennen.

## Kleiderläuse und Pestflöhe als natürliche Wirte und Überträger bestimmter Rickettsien

Die Grundlage aller diesbezüglichen Beobachtungen und Erkenntnisse bildet die Tatsache, daß die Kleiderlaus *Pediculus humanus humanus* L. Überträger des klassischen Fleckfiebers ist, während der tropische Rattenfloh *Xenopsylla cheopis* Roths. die gleiche Funktion beim murinen Fleckfieber erfüllt. Es gehört zum festen Bestandteil unseres Wissens, daß die während des Saugens an einem infizierten Warmblüter mit dem Blut aufgenommenen Erreger bei den betreffenden Läusen und Flöhen in das Epithel der Magenschleimhaut eindringen und sich hier in wenigen Tagen so stürmisch vermehren, daß die befallenen Zellen stark vergrößert und gedehnt werden, um im weiteren Verlauf des Prozesses durch Platzen oder Lösung aus dem Verband große Mengen von Rickettsien ins Magenlumen auszuschütten. Diese gelangen von hier aus mit dem Kot nach außen und bilden den Ansteckungsstoff für einen neuen Warmblüterwirt. In den Überträgern bleiben die Rickettsien auf die Magenschleimhaut beschränkt; andere Zellen oder Organe werden nicht befallen.

In diesem Ablauf ergeben sich zwischen Läusen und Flöhen insofern Unterschiede, als die Rickettsien bei ersteren gewöhnlich in kurzer Zeit das gesamte resorbierende und sezernierende Epithel befallen, wobei sie wahrscheinlich von primär integrierten Zellen unmittelbar in intakte Zellen übertreten können, während beim Floh zwischen einzelnen infizierten Zellgruppen größere Partien normaler Schleimhaut erhalten bleiben. Hiermit dürfte es zusammenhängen, daß der Floh durch die Infektion weder in der Vitalität erkennbar beeinträchtigt, noch in seiner Lebensdauer verkürzt wird und, einmal infiziert, ständig Rickettsienträger bleibt, während Läuse durch die Blockierung der Mitteldarmfunktion schwer geschädigt werden und schon innerhalb einer Woche an der Infektion eingehen können. Dazu kommt, daß der Floh im Unterschied zur Laus über eine größere Zahl von Regenerationskrypten in der Magenwand verfügt, die zunächst von Rickettsien freibleiben und den Ersatz für die zerstörten oder ausgeschiedenen Zellen stellen (Mooser & Castañeda 1932).

Genau wie *R. prowazeki*, der Erreger des klassischen Fleckfiebers, verhält sich in der Kleiderlaus *R. mooseri*, der Erreger des murinen Fleckfiebers, das unter natürlichen Bedingungen gelegentlich auch durch Läuse übertragen wird. Die Laus ist ferner natürlicher Wirt und Überträger für den Erreger des Wolhynischen Fiebers, *R. quintana*. Dieser entwickelt sich aber nicht in den Magenzellen, sondern rein extrazellulär auf der Magenschleimhaut und im Magenlumen, ohne die Läuse irgendwie zu beeinträchtigen.

Eine infizierte Laus scheidet zeitlebens Rickettsien aus. Der Übergang auf einen neuen Wirt, d. h. in diesem Fall die Infektion des Menschen, verläuft über den erregerhaltigen Kot nach dem gleichen Modus wie bei der Übertragung des klassischen oder murinen Fleckfiebers.

### Andere Läuse und Flöhe als Rickettsienwirte

Die genannten 3 Rickettsienarten können sich außer in der Kleiderlaus auch in der Kopflaus (*Pediculus humanus capitis* Deg.) und Filzlaus (*Phthirus pubis* L.) vermehren. Wahrscheinlich sind alle blutsaugenden Läuse wenigstens für die eine oder andere Rickettsienart empfänglich. Eine Vermehrung von *R. prowazeki* ist nachgewiesen in Affenläusen (*Pedicinus longiceps* Piaget und *P. albidus* Rudow) (Atkin & Bacot 1922, Blanc & Woodward 1945) und Schweineläusen (*Haematopinus suis* L.) (Weyer 1952), von *R. mooseri* in Eselläusen (*H. asini* L.) (Blanc, Martin & Baltazard 1939) und Rattenläusen (*Polyplax spinulosa* Burm. und *P. affinis* Burm.) (Mooser, Castañeda & Zinsser 1931). Kaneko (1959) konnte durch Fütterung von 2 *Hoplopleura*-Arten an infizierten Ratten *R. mooseri* und *R. prowazeki* auf die betreffenden Läuse übertragen, jedoch nicht *R. tsutsugamushi*. *R. prowazeki* ließ sich in *H. oenomydis* bis zu 9, *R. mooseri* in der gleichen Art und in *H. akanezumi* bis zu 22 Tagen nach der Inokulation der Ratten und dem Ansetzen der Läuse über den Meerschweinchenversuch nachweisen. *H. oenomydis* parasitiert in der Natur an Ratten, *H. akanezumi* an *Apodemus speciosus*. Andere Tierläuse sind bisher in dieser Richtung noch nicht untersucht worden.

Auch bei Flöhen ist die Aufnahmefähigkeit für Rickettsien nicht auf den in der Natur als Überträger auftretenden Pestfloh beschränkt, sondern bezieht sich auf alle bis jetzt geprüften Flöhe. So entwickelt sich *R. mooseri* im nordischen Rattenfloh (*Nosopsyllus fasciatus* Bosc), im Hunde- und Katzenfloh (*Ctenocephalides canis* Curtis, *C. felis* Bouché), im Mäusefloh (*Leptopsylla segnis* Schönh.) und im Menschenfloh (*Pulex irritans* L.) (Dyer 1931, Mooser 1932, Mooser & Castañeda 1932, Weyer 1949); *R. prowazeki* vermehrt sich außer im tropischen Rattenfloh (Dyer 1934) auch im Menschen- und Mäusefloh (Mooser 1932, Weyer 1949).

### Die Kleiderlaus als experimenteller Wirt verschiedener Rickettsien

Gibt es einerseits mehrere Arten von Läusen und Flöhen, die für bestimmte Rickettsien als Wirte geeignet sind, so sind andererseits Läuse und wahrscheinlich auch Flöhe noch für weitere Rickettsienarten empfänglich. Am besten ist in dieser Beziehung die Kleiderlaus untersucht. Das liegt daran, daß sich Läuse leicht im Laboratorium halten und bequem künstlich infizieren lassen. Für die künstliche Infektion gibt es 2 bewährte Methoden, die rektale Inokulation, bei welcher die Rickettsien durch feine Glaskapillaren via rectum in den Magen gespritzt werden, und die intracoelomale Inokulation. In diesem Fall werden die Erreger nach Durchstechen des Integuments, am einfachsten bei weiblichen Tieren vom Ovidukt aus, direkt in die Leibeshöhle appliziert, die bei der Laus ein Mixocoel darstellt, so daß die Rickettsien auch in die Hämolymphe gelangen.

Bei einer experimentellen Inokulation von Läusen ist man also nicht wie bei Flöhen auf das Saugen an einem infizierten Warmblüter angewiesen, bei welchem die Rickettsiämie häufig nicht gesichert oder zu schwach ist, vielmehr kann man mit einem Inokulum arbeiten, dessen Rickettsiengehalt bekannt ist. Eine wesentliche Hilfe bei derartigen Experimenten bildet die Widerstandsfähigkeit der Läuse, die selbst größere Verletzungen, wie sie gelegentlich bei intracoelomaler Inokulation auftreten, überstehen.

**Rektale Inokulation.** Mit Hilfe der rektalen Inokulationsmethode wurde ermittelt, daß sich außer *R. prowazeki*, *R. mooseri* und *R. quintana* im Magen der Laus folgende Arten zur Ansiedlung und Weiterentwicklung bringen lassen: *R. rickettsii*, der Erreger des Felsengebirgsfiebers, *R. conori*, der Erreger der afrikanischen Zecken-

bißfieber, *R. australis*, der Erreger des Zeckenbißfiebers aus Nordqueensland, der Erreger des sibirischen Zeckenbißfiebers, der Erreger des indischen Zeckenbißfiebers, ferner *R. akari*, der Erreger der Rickettsienpocken, und *C. burneti*, der Erreger des Q-Fiebers, d. h. alle bekannten Arten bis auf *R. tsutsugamushi*, den Erreger des Tsutsugamushi-Fiebers (Weyer 1954, 1959 a und b). Vom Felsengebirgsfieber wurden 3 Stämme, 1 Stamm aus USA, 1 Stamm aus Mexiko und 1 Stamm aus Brasilien getestet, von *R. conori* 1 Stamm aus Nordafrika, 1 Stamm aus Kenia und 1 Stamm aus Südafrika. Außerdem wurden 2 Stämme von sibirischem Zeckenbißfieber und 1 Stamm von indischem Zeckenbißfieber untersucht, ferner von *R. akari* 1 Stamm aus USA und 1 Stamm aus der UdSSR. Auch der Erreger der sogenannten Maculatum Disease konnte in den Magenzellen der Kleiderlaus zur Vermehrung gebracht werden. Die bei künstlicher Inokulation gewonnenen Ergebnisse ließen sich größtenteils durch Versuche mit natürlicher Inokulation bestätigen. In diesen Experimenten erhielten die Kleiderläuse eine einmalige Blutmahlzeit an infizierten Mäusen oder Meerschweinchen.

Die angeführten Rickettsienarten zeigen in der Laus im Prinzip ein ganz ähnliches Verhalten wie die Erreger des klassischen und murinen Fleckfiebers. Sie dringen nur in die Magenzellen ein, um sich hier zu vermehren. Der Schwerpunkt der Vermehrung liegt zwischen Kern und Zellbasis. Es kommt daher lediglich zu einer schwachen Auftreibung der Zellen, die gewöhnlich auch nicht platzen, sondern sich unter Vakuolisierung und Verflüssigung einzeln oder in größeren Gruppen aus dem Epithelverband herauslösen, um im Magenlumen zu degenerieren. Demgemäß ist die Abgabe von Rickettsien mit den Fäzes spärlich und unregelmäßig. Gelegentlich gehen die Erreger bei vorgeschrittener Infektion nach Schädigung der Magenschleimhaut auch in die Hämolymphe über. Die Stämme ließen sich bequem längere Zeit ausschließlich in Läusen halten, ohne ihre Eigenschaften einschließlich ihrer Virulenz zu ändern.

Die Unterschiede in der Reaktion der Läuse auf den Parasitismus der geprüften Rickettsien, die offenbar in erster Linie mit einer toxischen Wirkung zusammenhängen, sind vorwiegend quantitativer Natur. Manche Stämme (*R. rickettsii* aus USA und Mexiko, *R. conori* aus Nordafrika) töteten die Läuse schon innerhalb weniger Tage, andere (*R. rickettsii* aus Brasilien, *R. conori* aus Kenia und Südafrika, *R. akari* und der Erreger des sibirischen Zeckenbißfiebers) schädigten die Läuse weniger als *R. prowazeki* und *R. mooseri* und waren daher sehr leicht zu halten. Eindeutige und spezifische Unterschiede sind hiermit aber nicht gegeben. Bemerkenswert war noch, daß sich ein Stamm von *R. rickettsii* aus Mexiko und ein hochvirulenter Stamm der gleichen Art aus dem Bitterroot-Tal in USA, den ich wie den Stamm von Maculatum Disease Dr. H. S. Fuller verdanke, nach anfänglich guter Vermehrung bei der Übertragung auf die Passageläuse nicht mehr zum Eindringen in die Magenzellen und zu weiterem Wachstum bringen ließen. Eine intranukleäre Vermehrung wurde in der Laus niemals gesehen.

Das Verhalten von *C. burneti* in der Laus unterscheidet sich insofern von dem anderer Rickettsien, als dieser Erreger nicht streng auf die Magenzellen beschränkt bleibt, sondern manchmal frühzeitig in die Hämolymphe übertritt und von hier aus in andere Organe eindringt (Weyer 1953). Am auffälligsten ist aber, daß *R. tsutsugamushi* als einziger Rickettsioseerreger nicht im Magen der Laus gezüchtet werden kann. Die übertragenen Rickettsien haften nicht und werden offenbar schnell mit den Fäzes ausgeschieden. Es handelt sich hierbei nicht um eine Stammeigentümlichkeit, sondern die fehlende Lebens- und Entwicklungsfähigkeit im Magen der Laus wurde bei 6 verschiedenen Stämmen (aus Neuguinea, Burma, Korea und Japan) konstatiert.

**Intracoelomale Inokulation.** Versuche mit intracoelomaler Inokulation von Kleiderläusen ergaben, daß die Hämolymphe einen ausgezeichneten Nährboden für Rickettsien abgibt, in dem sie fast in Reinkultur wachsen und in welchem alle



Rickettsienarten mit Einschluß von *R. quintana* und *R. tsutsugamushi* gedeihen. Die Stämme könnten unter Benutzung von kleinen Tröpfchen Hämolymphe als Inokulationsmaterial in Passagen kontinuierlich auf Läuse ohne Einschaltung eines Warmblüterwirtes gehalten werden. Auch diese über längere Zeit fortgesetzte Art der Züchtung hatte keinen Einfluß auf die Eigenschaften der Rickettsien und Stämme.

*R. prowazeki* vermehrt sich auch in der Hämolymphe der Schweinelaus (Weyer 1952). Andere Läuse und andere Rickettsien sind diesbezüglich noch nicht geprüft worden. Versuche, *R. quintana* in der Hämolymphe der Schweinelaus zu kultivieren, hatten jedoch ein eindeutig negatives Resultat, ein weiteres Zeichen für die Spezifität dieses Organismus und seine Bindung an die Läuse des Menschen.

Das Wachstum in der Hämolymphe bietet noch einen weiteren biologisch interessanten Aspekt. Hier vollzieht sich auch bei denjenigen Rickettsien, die sonst als Zellparasiten mit rein intrazellulärer Entwicklung bekannt sind, die Vermehrung überwiegend extrazellulär. Eine intrazelluläre Vermehrung, die sich in Blutzellen abspielt, fällt demgegenüber nicht ins Gewicht. Daraus ist zu schließen, daß die Rickettsien für ihre Existenz und ihre Entwicklung nicht unbedingt auf einen intrazellulären Parasitismus angewiesen sind und daß die Hämolymphe der Laus alle für das Wachstum notwendigen Substanzen enthält. Dadurch verliert auch die extrazelluläre Entwicklung von *R. quintana* als grundsätzliches biologisches Unterscheidungsmerkmal gegenüber den anderen Rickettsien an Bedeutung.

Die günstigen Wachstumsbedingungen, welche die Rickettsien in der Hämolymphe der Kleiderlaus finden, können freilich nicht im Sinne einer biologischen Wirt-Parasit-Beziehung gedeutet werden. Bekanntlich bietet auch der Dottersack des Hühnerembryos ein vorzügliches Nährsubstrat für alle Rickettsien (mit Ausnahme von *R. quintana*) und darüber hinaus für zahlreiche andere Krankheitserreger einschließlich bestimmter Virusarten. Auch lassen sich fast alle Rickettsien in der Hämolymphe von Mehlkäferlarven (*Tenebrio molitor* L.) kultivieren (Weyer 1954), die ebenfalls als natürliche Wirte von Rickettsien ausscheiden. Umgekehrt gedeihen in der Hämolymphe der Laus außer Rickettsien noch andere Mikroorganismen, z. B. Bartonellen und sogar Symbionten aus der Bettwanze. Entscheidend ist wohl, daß undifferenzierte Zellen in larvalen oder wachsenden Geweben, gleichgültig, ob sie von Warmblütern oder Insekten stammen, durch ihren Stoffwechsel das Wachstum der Rickettsien ermöglichen und begünstigen.

### Allgemeine Schlußfolgerungen

Die praktische Bedeutung der Tatsache, daß sich alle Rickettsien in Läusen vermehren können, ist gering. Obwohl sich Läuse auf natürlichem Wege durch Saugen an kranken Versuchstieren infizieren lassen und infizierte Läuse mit den Fäzes virulente Rickettsien ausscheiden, so wissen wir doch nicht, ob bei einer entsprechenden Erkrankung des Menschen die Rickettsiämie für eine Ansteckung der Läuse ausreicht. Für die Arterhaltung und den normalen Wirtswechsel der Rickettsien sind außer Läusen und Flöhen, die als natürliche Zwischenwirte und Überträger von klassischem und murinem Fleckfieber sowie von Wolhynischem Fieber erwiesen sind, noch Zecken und Milben eingeschaltet. Die Bettwanze, die wiederholt der Übertragung von Rickettsiosen, insbesondere des in Brasilien vorkommenden Felsengebirgsfiebers („neotropisches Fleckfieber“) beschuldigt worden ist, bildet höchstens einen biologisch unbedeutenden Zufallswirt, in welchem sich manche Rickettsien beschränkte Zeit lebend halten und gelegentlich wohl auch vermehren können, der aber weder für die Erhaltung der Rickettsien noch für ihre Übertragung auf Warmblüter eine Rolle spielt.

*C. burneti* ließ sich dagegen sehr leicht sowohl durch natürliche wie künstliche Inokulation auf Bettwanzen und Raubwanzen (*Triatoma infestans* Klug und *Rhodnius prolixus* Stål) übertragen und blieb in Raubwanzen mindestens 34 Tage, in Bettwanzen wenigstens 134 Tage

lebensfähig (Weyer 1953). Die infizierten Wanzen schieden mit den Fäzes noch nach 101 Tagen virulente Erreger aus, so daß auf diesem Wege ohne weiteres eine Übertragung zustande kommen kann. Trotzdem hat diese Tatsache bisher keinerlei epidemiologische Bedeutung erlangt.

Als älteste und primäre Rickettsienwirte sind Zecken anzusehen. Blutsaugende Insekten fungieren wahrscheinlich als sekundäre oder gar tertiäre Wirte. Ob unter den Insekten die Flöhe als die älteren und blutsaugende Läuse als jüngere, noch nicht genügend an die parasitierenden Rickettsien angepaßte Wirte zu werten sind, ist schon oft zur Debatte gestellt worden, ohne daß wir die Frage bisher sicher beantworten können. Zwar werden Läuse durch die für sie spezifische *Rickettsia prowazeki* meist schwer geschädigt, sie können aber gelegentlich auch einen starken Befall ohne erkennbare Nachteile überstehen. Außerdem reicht auch eine verkürzte Lebenszeit der Läuse aus, um bei der intensiven Vermehrung der Rickettsien und der Zerstörung der Magenschleimhaut riesige Mengen von Rickettsien mit dem Kot als Infektstoff für die Entstehung einer Epidemie beim Menschen und damit für die Erhaltung und Verbreitung der Art abzugeben. Im trockenen Kot der Laus sind die Erreger entgegen ihrer sonstigen Empfindlichkeit besonders resistent und bleiben wenigstens einige Wochen lebensfähig (Weyer 1959 c). Diese erhöhte Widerstandsfähigkeit in den Fäzes dient zweifellos der Arterhaltung und bildet somit einen Ausgleich für die Erkrankung und Lebensverkürzung des Wirtes.

Das im Prinzip einheitliche Verhalten der verschiedenen Rickettsienarten in der Laus spricht für einen gemeinsamen phylogenetischen Ursprung der menschenpathogenen Rickettsien. Die Entwicklungsfähigkeit in Arthropoden stellt eine Grundeigenschaft dieser Parasiten dar. Einige Formen sind noch polyvalent und wachsen in verschiedenen Arthropoden, andere zeigen bereits eine Spezialisierung auf bestimmte Arten. Die Unterschiede im Verhalten der Rickettsien im Läusemagen erlauben gewisse Rückschlüsse darauf, wie weit sich einzelne Arten von der hypothetischen Stammform entfernt haben und bilden, *cum grano salis*, eine Stütze für die Einteilung der Rickettsien nach anderen Prinzipien und Merkmalen, unter denen heute die antigenen Eigenschaften an erster Stelle stehen. Auf der einen Seite zeigen die Erreger der durch Zecken übertragenen Rickettsiosen einschließlich der durch eine blutsaugende Milbe übertragenen *R. akari* eine gewisse Übereinstimmung, wobei *R. rickettsii* durch die hohe Pathogenität für Läuse und die zeitlich begrenzte Lebensdauer in der Laus etwas abseits steht. Auf der anderen Seite ist die enge Verwandtschaft von *R. prowazeki* und *R. mooseri* besonders evident.

Drei Arten fallen aus dem Rahmen: *R. quintana*, *C. burneti* und *R. tsutsugamushi*. *R. quintana* ist durch das rein extrazelluläre Wachstum im Läusemagen eindeutig charakterisiert. *C. burneti* entwickelt sich ziemlich regellos und diffus in der Laus und befällt außer der Magenschleimhaut noch andere Gewebe. *R. tsutsugamushi* ist die einzige Art, die überhaupt nicht mehr in den Magenzellen der Laus parasitieren kann. Sie dokumentiert damit unter den intrazellulären Rickettsien die stärkste Spezialisierung.

#### SCHRIFTTUM

- ATKIN, E. E. & BACOT, A.: Experiments on the infectivity of typhus virus contained in lice (*Pediculus humanus* and *Pedicinus longiceps*). Brit. J. Exper. Path. 3, 196—203, 1922. — BLANC G., MARTIN, L. A. & BALTAZARD, M.: Comportement du virus de typhus murin chez le pou de l'âne, *Haematopinus asini* (Lin.). Compt. Rend. Acad. Sci. 209, 492—493, 1939. — BLANC, G., MARTIN, L. A., BALTAZARD, M. & WOODWARD, Th. E.: The infection of *Pedicinus albidus* Rudow, the maggot's louse on typhus carrying monkeys (*Macacus sylvanus*). Amer. J. Trop. Med. 25, 33—34, 1945. — DYER, R. E.: Effect of flea passage on epidemic typhus virus. Publ. Hlth. Rep. 49, 224—225, 1934. — DYER, R. E., RUMREICH, A. & BADGER, L. F.: Typhus fever: A virus of the typhus type derived from fleas collected from wild rats. Publ. Hlth. Rep. 46, 334—338, 1931. — MOOSER, H.: Essay sur l'histoire naturelle du typhus exanthématique. Arch. Inst. Past. Tunis 21, 1—19, 1932. — MOOSER, H. & CASTA-

NEDA, M. R.: The multiplication of the virus of Mexican typhus fever in fleas. *J. Exper. Med.* 55, 307—323, 1932. — MOOSER, H., CASTAÑEDA, M. R. & ZINSSER, H.: The transmission of the virus of Mexican typhus from rat to rat by *Polyplax spinulosus*. *J. Exper. Med.* 54, 567—575, 1931. — ROCHA LIMA, H. da: Zur Ätiologie des Fleckfiebers. Vorläufige Mitteilung. *Berl. Klin. Wschr.* 1916, 1—6. — KANEKO, K.: Studies on sucking lice (*Anoplura*) in Japan. Part V. Experimental transmission of *Rickettsia orientalis*, *R. mooseri* and *R. prowazeki* with murine lice. *Japanese J. Exper. Med.* 29, 269—281, 1959. — ROCHA LIMA, H. da: Beobachtungen an Flecktyphusläusen. *Arch. Schiffs-, Tropenhyg.* 20, 17—31, 1916. — WEYER, F.: Versuche zur Übertragung von Rickettsien auf Mäuseflöhe. *Zbl. Bakt. Abt. I. Orig.* 153, 116—121, 1949. — WEYER, F.: Versuche zur künstlichen Infektion der Schweinelaus *Haematopinus suis* L. mit *Rickettsia prowazeki* und *R. quintana*. *Schweiz. Zschr. allg. Path.* 15, 203—216, 1952. — WEYER, F.: Die Beziehungen des Q-Fieber-Erregers (*Rickettsia burneti*) zu Arthropoden. *Zschr. Tropenmed.* 4, 344—382, 1953. — WEYER, F.: Vergleichende Untersuchungen über das Verhalten verschiedener Rickettsien-Arten in der Kleiderlaus. *Acta tropica* 11, 193—221, 1954. — WEYER, F.: Ätiologie und Epidemiologie der Rickettsiosen des Menschen. *Ergeb. Mikrobiol.* 32, 73—160, 1959a. — WEYER, F.: Experimente mit einem Stamm von Zeckenbißfieber aus Nordqueensland. *Schweiz. Zschr. allg. Path.* 22, 609—620, 1959b. — WEYER, F.: Über die Lebensdauer von Rickettsien im Kot der Laus. *Arch. Inst. Past. Tunis* 36, 411—428, 1959c.

### DISCUSSION

- W. J. S. KERSHAW: Does the rickettsial infection shorten the life-span of the insect host?
- F. WEYER: Die Lebensdauer der Laus wird durch Blockierung der Mitteldarmfunktion beim Befall mit einigen Arten von Rickettsien, z. B. *R. prowazeki* oder bestimmten Stämmen von *R. rickettsii*, erheblich verkürzt. Die Infektion mit einigen andern Rickettsien verursacht dagegen keine erkennbare Schädigung oder Verkürzung der Lebenszeit.
- C. DE JONG: Greifen die Rickettsien nur im Magen der Läuse an und nicht im weiteren Teil des Darmes?
- F. WEYER: Die Rickettsien entwickeln sich nur in den Mitteldarmzellen der Laus, nicht in anderen Darmabschnitten oder Organen. Gelegentlich kommt es zu einem Übergang von Rickettsien aus der Magenschleimhaut in die Hämolymphe. *Coxiella burneti* befällt von hier aus manchmal andere Organe.
- O. HECHT: Ist irgend etwas bekannt, ob die Epithelzellen der Laus irgendeinen Faktor besitzen, der die intrazelluläre Besiedlung durch *Rickettsia quintana* verhindert?
- F. WEYER: Über einen Abwehrmechanismus der Magenellen gegenüber *R. quintana* ist nichts bekannt. Der entscheidende Faktor dürfte im unterschiedlichen Stoffwechsel der Rickettsien zu suchen sein, der die intrazellulär wachsenden Rickettsien befähigt, in die Zellen einzudringen, während *R. quintana* diese Fähigkeit offenbar nicht besitzt. Worin dieser wichtige Unterschied besteht, wissen wir bis jetzt nicht.

## THE NATURAL HISTORY OF MOSQUITO-BORNE VIRUSES

P. F. MATTINGLY

British Museum (Natural History)

There are, at present, well over a hundred arthropod-borne animal viruses known to science. He would be a bold man who would predict how many may be known by the time of the next International Entomological Congress. Methods of classification and characterization are a basic desideratum. Without them the medical entomologist has little hope of forming a coherent mental picture to which he can relate his ideas or assimilate further knowledge. Because of their small size the morphological approach to the taxonomy of these viruses has to be conducted at the molecular level and biochemical and immunological methods are the principal methods of choice (Casals, 1960). These have made possible the formulation of the five groups of viruses shown in the accompanying table.



Table I

- Group A. Chikungunya, Onyongyong, Semliki Forest, Mayaro, Sindbis, Western Equine, Eastern Equine, Venezuelan Equine, Uruma, AMM 2021, AMM 2354.
- Group B. West Nile, Japanese B, Murray Valley, St Louis, Ilhéus, Ntaya, Yellow Fever, Uganda S, SAH 336, Dengue-1, -2, -3 and -4, *Russian Spring-Summer*, *Louping Ill*, *Omsk Hemorrhagic*, *Central European*, *Kumlinge*, *Kyasanur*, *TP 21*, *Mengo*, *Zika*, *Spondweni*, *Wesselsbron*, *California Bat*, *Israel*, *Turkey*, *Bussuquara*.
- Group C. Apeu, Caraparu, Marituba, Murutucu, Oriboca.
- Bunyamwera Group. Bunyamwera, Cache Valley, Kairi, Wyeomyia, Germiston.
- Miscellaneous. Ilesha, TR 8900, California Encephalitis, Turlock, Bwamba, Pongola, *Colorado Tick*, *Crimean Hemorrhagic*, *Egyptian Tick*, *Nairobi Sheep*, Korean Hemorrhagic, Blue Tongue, Horse Sickness, Manzanilla, Neapolitan Sandfly, Sicilian Sandfly, Anopheles A, Anopheles B, Middelburg, Simbu, Spondweni.

Most of the viruses included in the table are mosquito-borne. Those italicized are carried by ticks. A few are known to be carried by other Nematocera, notably the sandfly viruses by *Phlebotomus* and Blue Tongue and Horse Sickness by *Culicoides*. Mites are believed to be the vectors of Korean Hemorrhagic Fever (Hemorrhagic Nephroso-nephritis) and may play a part in the transmission of some other viruses. The viruses of Group C are at present known only from a limited area in South America. The Bunyamwera group has only recently been formulated (Casals & Whitman, 1960). Other unnamed viruses belonging to it have already been recognized. Further groups may be expected to emerge in time from the miscellaneous one. In Group A Chikungunya, Semliki Forest, Onyongyong and Mayaro form a distinct subgroup as do Sindbis and Western Equine. In Group B well marked subgroups are formed by West Nile, Japanese B, Murray Valley and St. Louis, Yellow Fever, SAH 336 and Uganda S, the Dengue viruses and the tick-borne Russian Spring-summer group. Ilhéus and Ntaya show immunological affinities with the West Nile subgroup but seem to be ecologically rather distinct.

The last statement is based on the fact that these two viruses seem to be particularly associated with tropical swamp forest (Downs *et al.*, 1956, Smithburn & Haddow, 1951) whereas the West Nile subgroup *sensu stricto* are associated with more generalized habitats. The propriety of associating particular viruses with particular ecological habitats has been discussed elsewhere (Mattingly in Darlington *et al.*, 1960). It can, perhaps, best be justified with reference to Yellow Fever. This is believed to be primarily a disease of forest canopy monkeys in Africa, carried by wild forest *Stegomyia*. When it was introduced by man into the New World a few centuries ago it rapidly found its way into the nearest possible equivalent of the ecological habitat from which it had previously escaped in Africa. The primary need seems to have been for arboreal primate hosts. The absence of *Stegomyia* did not matter since ecologically similar mosquitoes (*Haemagogus*) were available. A similar example seems to be afforded by Wesselsbron virus, transmitted by *Aedes* subgenus *Neomelanimon* in the Low Veldt of South Africa and by *Aedes* subgenus *Ochlerotatus* in the High Veldt. Despite the taxonomic discrepancy the vectors in both cases are ecologically similar, with a characteristic phenology associated with the fact that they are one generation species breeding in temporary ground pools.

Both Yellow Fever and Wesselsbron are essentially *Aedes*-borne viruses, *Haemagogus* being a typical member of the *aedine* group of genera. The West Nile subgroup, on the other hand, seem to be carried mainly by *Culex* and particularly by banded-legged *Culex* of the typical subgenus, *C. tarsalis* in North America, *C. tritaeniorhynchus* in the Far East, *C. annulirostris* in Australasia. In the Group A viruses there are indications of a similar pattern, Chikungunya and Semliki Forest being, apparently, in the



wild state, *Aedes*-borne viruses while Western Equine is transmitted by *Culex tarsalis*. Although it cuts across the serological groupings, geographical considerations suggest that the distinction between *Aedes*-borne and *Culex*-borne viruses is a meaningful one. The *Aedes*-borne viruses seem to be exclusively tropical or southern subtropical whereas the *Culex*-borne viruses are widespread in the northern subtropics. Certain *Culex*-borne viruses extend into the tropics, e.g. Japanese B into South-east Asia, but the exclusion of *Aedes*-borne viruses from the northern subtropics is, as far as is known, complete. This is probably to be explained by the fact that the aëdine genera hibernate and aestivate mainly in the egg. There is no transovarian transmission of virus in mosquitoes and maintenance of virus in the subtropics is therefore dependent on *Culex* which hibernate as adults. Further north the resistant egg of *Aedes* becomes essential for hibernation and the mosquito-borne viruses are replaced by tick-borne ones. Tahyna virus is said to be transmitted in Central Europe by *Aedes* (Bardos & Danielova, 1959) but it is unlikely that they can maintain it in the winter.

Among other genera believed to play some part in transmission *Psorophora* can be regarded as a member of the aëdine group. *Sabethes*, *Wyeomyia*, *Culiseta*, *Mansonia* and possibly *Eretmapodites* all appear to have some importance but too little is at present known to warrant any generalization. The situation with regard to *Anopheles* is, however, of interest. Recoveries of virus from anopheline mosquitoes have not been numerous and the majority seem to have been adventitious. In one recent case man to man transmission, mediated by *Anopheles*, seems to have taken place on a considerable scale. The only instances suggestive of a natural maintenance cycle, however, involve canopy mosquitoes of the subgenus *Kerteszia* and these are in some ways more culicine than anopheline with respect to their ecology. It would not be an exaggeration to say that the viruses, as at present known, are carried almost exclusively by culicines. This is in marked contrast to human (and simian) malaria which is exclusively *Anopheles*-borne. Avian malaria, on the other hand, is readily transmitted by culicines in the laboratory and probably disseminated by them in nature. *Anopheles* appears to be mainly a mammal-feeding genus and this may account for the difference. If so, there are evident grounds for believing that the arthropod-borne viruses may have originated as viruses of birds. Many of them are still bird viruses and there is evidence that they may on occasion be transported by birds far beyond their natural ambit (e.g. Murray Valley virus in Australia). It is still too soon, however, to assess the overall significance of this factor and to integrate it with the picture, which is rapidly growing up, of maintenance within the endemic zones.

The origins of viruses have been much discussed and it will, perhaps, be permissible to finish with some reference to this problem. There are several indications that, despite their seeming lability, the arthropod-borne viruses may have had quite a long evolutionary history and it may be that the need for integration into a complex ecological milieu has imposed on them a relatively slow rate of evolution. The idea that West Nile may be the most primitive of the Group B viruses (Sabin, 1948) would accord with an avian, *Culex*-borne origin. On the other hand a tick-borne origin would facilitate derivation from the rickettsias. On present evidence the most that can safely be said is that the mosquitoes probably originated and underwent their early evolution during the latter part of the Mesozoic together with the warm-blooded vertebrates and the angiospermous plants which form the other major constituents of the present day viral biocenose. Whatever their origins the mosquito-borne viruses probably assumed their present form during this process. They may have originated from more primitive viruses of cold-blooded animals, although almost no viruses of this kind are at present known, or they may even have originated from plant viruses, but this is pure speculation. Light on this question is perhaps most likely to come from the

comparative study of the physiology and biochemistry of adult nutrition in mosquitoes, a neglected study which is now, fortunately, receiving belated attention.

The subsequent evolution of the arthropod-borne viruses may be pictured in the light of the ecological considerations discussed above and of epidemiological concepts such as those of Baker (1943) which involve a gradual transition from primary to secondary hosts and vectors culminating in isolation in man and his parasites, as perhaps in the case of the Dengue viruses, or even in the final disappearance of the arthropod vector, as possibly in the Californian Bat virus. Even though an unequivocal reconstruction may no longer be possible the attempt is likely to be fruitful in suggesting lines of enquiry. In time it will no doubt have its contribution to make to our understanding of the complex biological individuality of these viruses.

#### REFERENCES

- BAKER, A. C., 1943, Amer. J. trop. Med. Hyg., 23: 559. — BARDOS, V. & DANIELOVA, V., 1959, J. Hyg. Epidem. Microbiol. Immun., 3: 264. — CASALS, J., 1960, Proc. 6th internat. Congr. trop. Med. Malar., in press. — CASALS, J. & WHITMAN, L., 1960, Amer. J. trop. Med. Hyg., 9: 63. — DARLINGTON, C. D., MATTINGLY, P. F. & GORDON-SMITH, C. E., 1960, Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg., 54: 89. — DOWNS, W. G., ANDERSON, D. R. & THEILER, M., 1956, Amer. J. trop. Med. Hyg., 5: 626. — SABIN, A. B., 1948, in Viral and Rickettsial Infections of Man. Ed. T. M. Rivers. Philadelphia. — SMITHBURN, K. C. & HADDOW, A. J., 1951, Proc. Soc. exp. Biol., N. Y., 77: 30.

#### DISCUSSION

- E. N. MARKS: Group B arthropod borne viruses not yet identified but related to Murray Valley Encephalitis have been isolated from pools of *Culex annulirostris* and *Aedes (Ochlerotatus) normanensis* recently collected in tropical North Queensland.
- D. COLLINS: Do you have any theories to account for the fact that Anophelinae do not seem to be good carrier of viruses.
- P. F. MATTINGLY: I would suspect that Anophelinae are and have always been mainly mammal feeders. This is consonant with their association with human and simian malaria. I would suspect that *Culicine* mosquitoes originated as bird feeders. Hence their exclusion from primate malaria (but not from avian malaria). The corollary would seem to be that the mosquito-borne viruses may have originated as bird viruses.

## MOSQUITO SYSTEMATICS AND THE TRANSMISSION OF DISEASE

J. A. REID

Institute for Medical Research, Malaya. Now c/o British Museum (Nat. Hist.), London.

When the anopheline mosquitoes of Malaya were monographed by Gater in 1935, they had already been closely studied for 30 years by a succession of workers, beginning with Leicester in 1908. Despite this the number of species known today is some 60 per cent more than was known to Gater—a little over 50 instead of a little over 30. What is the reason for this large increase in the past 25 years, are the new species genuine, and does it help to recognise them? This paper attempts to answer these questions.

The increase in species stems from the remarkable discovery of the *Anopheles maculipennis* complex in Europe in the 1930's (Bates and Hackett, 1939). This stimulated workers in other parts of the world to take a fresh look at their anophelines, and some interesting facts came to light, such as the existence of several forms of

*A. hyrcanus* in the Philippines (Baisas and Hu, 1936), but on the whole progress was slow. Morphological differences between species in groups like that of *A. maculipennis* (sibling species groups) are so small that unless some biological anomaly, such as a discrepancy between the distribution of malaria and its vector as with “*maculipennis*”, prompts a special search, such differences are unlikely to be noticed. Then the labour of disentangling and describing sibling species is very great, and requires large numbers of living specimens.

It so happened that in Malaya several examples of discrepancies between the distribution of malaria and its vectors had been noticed and investigated by Hodgkin between 1930 and 1940 (Hodgkin, 1956). These provided the stimulus which has led to the discovery of several important sibling species groups among the Anophelines of Malaya (and southeast Asia in general), and it is these groups which largely account for the increase in the number of species (see Table 1).

Table 1  
Some groups of *Anopheles* in Malaya

Species group	1935 No. of forms (Gater)	1960 No. of full species
<i>A. barbirostris</i> .....	2 species	6
<i>A. hyrcanus</i> .....	2 varieties	8
<i>A. leucosphyrus</i> .....	2 (1 species 1 variety)	5
<i>A. umbrosus</i> .....	3 species	7
	9	26

The table shows four groups in which the number of forms has been about trebled (from 9 to 26) by the recognition of the sibling species.

One wonders if sibling species are equally common among the culicine mosquitoes. If they are, then the 215 Malayan culicines listed by Macdonald (1957) are likely to be increased eventually to nearer 400.

The next question is, are these new anopheline forms in fact good species? They are sympatric, living side by side without interbreeding, each maintains its identity, and offspring reared from eggs laid in the laboratory by single wild caught females are always of the same form as the mother. They are therefore true species in the modern sense of biological species (Cain, 1954).

There should be no difficulty in accepting them as true species, especially as morphological differences, though small, are present in all or most life stages, and are usually sufficient to allow positive species identification of individual specimens. In Malaya we have worked with most of these species, and identified them as a matter of routine (under code names) for a number of years before formal descriptions have been published. In that time it has become obvious that, despite overlaps in biology, each of these species has its own pattern of habits and preferred ecological niche. Since publication other workers have told us that they are able to recognise these forms, and they consider them valid species.

The last question is, does it help in any practical way to recognise these sibling species? They are undoubtedly a nuisance to identify, and a most irritating complication to health officers and other non-entomologists. The answer depends of course on whether they are involved in disease transmission or not. If they are involved they must be identified, for it is axiomatic that in any attempt to control disease by



attacking the insect vector, one must be able to identify the vector correctly. Sound systematics, permitting accurate identification, is a prerequisite for successful control. The following examples illustrate this principle and show other points of interest.

In Malaya *A. barbirostris* was regarded as a harmless species until Hodgkin and Johnstone (1935) found that it was responsible for malaria in the town of Batu Gajah in Western Malaya. After that Hodgkin found it carrying malaria at several points on the west coast. Yet in many other parts of the country, such as inland rice growing valleys where it was equally common, it appeared to be of no importance. The question was, why should this common species be an important malaria vector in some places, but harmless in most. The answer has turned out to be the same as for "maculipennis"; *barbirostris* is not one species but several, only one of which is a regular man-biter and vector. This vector (the dark-winged form of Reid, 1947) is mainly confined to the western coastal plain where it is quite a formidable vector of malaria, and also of filariasis due to *Brugia* (= *Wuchereria*) *malayi*. At least within Malaya it is not difficult to distinguish the dark-winged form from the others, and where it is present malaria and filariasis may be expected, and appropriate control measures can be planned. A revision of the *barbirostris* group is nearing completion.

The *hyrcanus* group is another example similar to *barbirostris*. Thought to consist in Southeast Asia of two varieties, it now turns out to be a group of eight distinct species, only one of which is a vector (Reid, 1953). Now that the vector, *A. nigerrimus*, can be identified it is generally sufficient in any area to make an initial detailed survey. If this shows that *nigerrimus* is absent or uncommon, the *hyrcanus* group can usually be ignored for public health purposes, and thereafter specimens need not be identified further than as belonging to the *hyrcanus* group.

The *leucosphyrus* group is especially interesting. In 1941 when my attention was first drawn to *leucosphyrus* by correspondence with Dr. J. McArthur in Borneo, it was thought to consist of one species and one variety, though two or three other forms had been described in the Philippines by King and Baisas (1936), and Baisas (1936). The general reputation of *leucosphyrus* was that of a harmless, shy, jungle species, rarely encountered except in the larval stage. But contrasting with this general reputation there were just a few records in the literature of *leucosphyrus* attacking man and apparently transmitting malaria. Added to these records McArthur was rapidly becoming convinced that it was the vector in North Borneo (McArthur, 1947). When I examined McArthur's specimens and compared them with Malayan ones, I found that the latter could be divided into several forms, the commonest of which was different from McArthur's specimens. It was in fact var. *riparis* of King and Baisas, whilst McArthur's specimens were *leucosphyrus* (or *leucosphyrus* var. *balabacensis*). These findings were later published in a preliminary review of the *leucosphyrus* group (Reid, 1949), and the group has since been fully studied by Colless (1956). Despite the similarity in appearance of the species, there are marked differences in their biology. One (*A. hackeri*) is almost a tree hole breeder, and though it never attacks man it is a vector of monkey malaria. Others breed in stagnant ground pools, while *A. riparis*, as its name implies, prefers the edges of streams. Most of the species do not bite man and are seldom encountered unless specially searched for, but two species are man-biters and vectors of malaria.

These two vector species are interesting in several ways. They appear to have arisen as geographical forms (subspecies) which have become distinct species comparatively recently, and their distributions do not overlap very much. *A. leucosphyrus* is the southern or equatorial form, occurring in Sumatra, Malaya, and southern Borneo including most of Sarawak. *A. balabacensis* is the northern form with a wide range in the monsoon countries from India eastwards to Vietnam and Taiwan (Formosa),



with southward extensions into Malaya and northern Borneo. In central Malaya the two species exist side by side without interbreeding (Colless, 1957). The morphological differences between the two are small and subject to geographical and other variation, so that with some specimens identification may be in doubt, though for anyone familiar with them there is seldom much difficulty. However, at the time that pilot malaria eradication schemes commenced in Sarawak and North Borneo, Colless and I, who had distinguished *leucosphyrus* and *balabacensis* purely on morphological grounds, were not popular for introducing this complication. No clear differences in their biology were known, and as we had not then discovered that they occurred side by side in central Malaya, and their known distributions in Borneo did not overlap, *balabacensis* was considered merely a subspecies of *leucosphyrus*. The natural result was that the malaria workers tended to ignore the differences and lump everything as *leucosphyrus*. This had curious and instructive consequences which have only recently become apparent.

Briefly, the results with DDT in Sarawak were excellent and malaria transmission appeared to cease almost everywhere, but in North Borneo neither DDT nor dieldrin stopped malaria. Since the vector was in effect assumed to be the same in both places (*leucosphyrus*) the blame for failure in North Borneo was put on inefficient spraying and not on the habits of the vector. It was not until late in 1959, when similar reports (W. H. O. 1960) became available of the failure of house spraying to stop malaria due to *balabacensis* in Vietnam, Cambodia and Thailand, coupled with the findings in central Malaya which showed that *leucosphyrus* and *balabacensis* were full species, that the situation in Borneo was clarified. It now appears as another example of the general principle in evolution and ecology, namely that if two very similar species are sympatric (or able to be) they must have some differences in their biology which prevent them from perpetually competing with one another. What these biological differences between *leucosphyrus* and *balabacensis* are, we do not yet know for certain, but evidently one of their results is to make *balabacensis* much less vulnerable to residual insecticides in houses than *leucosphyrus*.

This example shows how important it may be, for practical purposes, to know whether two forms are subspecies or species. If they are subspecies (that is geographically separated populations of the same species) they probable have very similar habits. If they are full species (whether sympatric or not) they will certainly differ in their habits and may therefore differ in their vulnerability to control measures.

#### REFERENCES

- BAISAS, F. E., 1936. Notes on Philippine mosquitoes IV: The pupal and certain adult characters of some rare species of *Anopheles*. Philip. J. Sci., 59, 65—84. — BAISAS, F. E., and HU, S. M. K., 1936. *Anopheles hyrcanus* var. *sinensis* of the Philippines and certain parts of China, with some comments on *Anopheles hyrcanus* var. *nigerrimus* of the Philippines. Mon. Bull. Bur. Hlth. Philipp., 16, 205—242. — BATES, M., and HACKETT, L. W., 1939. The distinguishing characters of the populations of *Anopheles maculipennis* found in Southern Europe. VII. Int. Kongr. für Entomol. Berlin, 1938, 1555—1569. — CAIN, A. J., 1954. Animal species and their evolution. Hutchinson. London. — COLLESS, D. H., 1956. The *Anopheles leucosphyrus* group. Trans. R. ent. Soc. London, 108, 37—116. — COLLESS, D. H., 1957. Further notes on the systematics of the *Anopheles leucosphyrus* group. Proc. R. ent. Soc. London (B) 26, 131—139. — GATER, B. A. R., 1935. Aids to the identification of anopheline imagines in Malaya. 242 pp. Singapore. — HODGKIN, E. P., 1933. *Anopheles hyrcanus* Pallas as a malaria carrier in Malaya. Bull. Inst. med. Res. F. M. S. No. 1 of 1932, 1—6. — HODGKIN, E. P., 1956. The transmission of malaria in Malaya. Stud. Inst. med. Res. Malaya, 27, 98 pp. — HODGKIN, E. P., and JOHNSTONE, R. S., 1935. Malaria at Batu Gajah, Perak. Bull. Inst. med. Res. F. M. S. — KING, W. V., and BAISAS, F. E., 1936. A new species and a new variety of Philippine *Anopheles* related to *A. leucosphyrus*. Proc. ent. Soc. Wash., 38, 79—89. — LEICESTER, G. F., 1908. The Culicidae of Malaya. Stud. Inst. med.

Res. F. M. S., 3, no. 3, 18—261. — MACDONALD, W. W., 1957. Malaysian Parasites XVI: An interim review of the non-anopheline mosquitoes of Malaya. Stud. Inst. med. Res. Malaya, 28, 1—34. — McARTHUR, J., 1947. The transmission of malaria in Borneo. Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg., 40, 537—558. — REID, J. A., 1947. A preliminary note on Malayan forms of *Anopheles barbirostris*. Med. J. Malaya, 2, 125—127. — REID, J. A., 1949. A preliminary account of the forms of *Anopheles leucosphyrus*. Proc. R. ent. Soc. Lond. (B), 18, 42—53. — REID, J. A., 1950. The *Anopheles umbrosus* group. Part I: Systematics with descriptions of two new species. Trans. R. ent. Soc. Lond. 101, 281—318. — REID, J. A., 1953. The *Anopheles hyrcanus* group in south-east Asia. Bull. ent. Res., 44, 5—76. — W.H.O. 1960. Report of the 4th meeting of the anti-malaria coordination board, Kuala Lumpur, Malaya, December, 1959. (Cyclo-styled.)

#### DISCUSSION

A. M. FALLIS: Are some species in the *barbirostris* group unsuitable vectors of malaria because they are unsuitable hosts for the parasite or because their feeding behaviour does not favour transmission (they do not bite man!)?

J. A. REID: Because they do not bite man.

## THE FEEDING HABITS OF MOSQUITOES IN RELATION TO EASTERN EQUINE ENCEPHALOMYELITIS IN MARYLAND, USA

HAROLD D. NEWSON

For many years sporadic outbreaks of eastern equine encephalomyelitis (EEE) have been known to occur in the coastal and tidewater areas of the state of Maryland, and have caused the death or debilitation of great numbers of horses and mules (Breuckner, *et al.*, 1934). Occasional human deaths also have been caused by this disease. Although the horse population in this area has decreased steadily in recent years, and the incidence of the disease is rare in humans, EEE continues to be an important livestock problem and a potential threat to human health in certain areas of the state.

Only limited studies have been made on the epidemiology of EEE in Maryland although extensive studies have been made in adjacent areas along the eastern seaboard of the United States. EEE virus has been isolated from only two species of birds collected in Maryland but there are approximately 60 species of birds known to occur in the state which, either by virus isolations or serological tests, have been shown to have EEE infections in other areas of the United States. Little is known concerning possible mosquito vectors of this disease in Maryland. Most of the mosquito species reported to have transmitted the disease under laboratory conditions occur in Maryland as do the species from which EEE virus has been isolated during the course of studies made in other areas. No virus isolations have been made, however, from the limited number of Maryland mosquitoes which so far have been tested.

The evidence now available suggests that the EEE virus is maintained during the summer months in the eastern United States in a mosquito—bird—mosquito cycle, and that the enzootic foci of this cycle are fresh water swamps that harbor the birds.

*Culiseta melanura*, the mosquito species commonly believed to be the sylvan vector of the disease, also breeds in these same swamps (Hess and Holden, 1958). According to Stamm (1958), two patterns of virus activity have been observed in these enzootic areas. One pattern consists of the progression of the virus through the wild bird population at a so-called "normal" maintenance rate. During the years in which this enzootic cycle has occurred, little or no disease has been observed in horses or humans. The second pattern of virus activity occurs at sporadic intervals and is characterized by the spread of the virus through the bird population at an explosive speed. During these periods, the virus may spread outside its usual geographical areas and horses, humans, and additional bird species may become infected. The repeated isolations of EEE virus from the mosquito *Culiseta melanura*, and its association with known enzootic foci of eastern equine encephalomyelitis support the belief that it is the principal vector in the "natural" maintenance cycle of the virus. However, the restricted habitat and limited feeding preferences of this mosquito make it an unlikely vector in the explosive spread of EEE virus which occurs during epidemic and epizootic periods (Chamberlain, 1958). In the endemic EEE areas of Maryland there are several species of mosquitoes which might be involved in the secondary spread of the virus during these epidemic and epizootic periods. This study was undertaken to determine the natural feeding habits of these species.

During the summer of 1958, engorged female mosquitoes were collected in areas along the eastern shore of the Chesapeake Bay, Maryland, which were typical of those in which human and equine cases of EEE had occurred. The mosquitoes were tested with five types of specific antisera; horse, cow, pig, human and bird, to determine the source of their blood meals. The 1547 mosquitoes tested represented 14 different species and six genera. Five of these species, *Aedes sollicitans*, *Aedes taeniorhynchus*, *Aedes vexans*, *Psorophora ciliata* and *Psorophora confinnis* appear to be the species most likely to be involved in the transmission of epidemic and epizootic EEE virus in Maryland.

Considering only these five other species, the following facts are known. All are known to be capable of transmitting EEE virus in the laboratory and all are commonly found in those areas of Maryland in which clinical cases of the disease, either in man or in horses, have been reported. The precipitin tests indicated that four of the five species had fed on birds and one or more of the domestic animals. The fifth species, *Aedes vexans*, had not fed on birds but had fed on the three domestic mammals. Although the precipitin tests indicated only three of these five species had fed on humans, the circumstances under which mosquito collections were made were such that the tests results probably do not accurately indicate the incidence of human hosts for these mosquitoes. All five of these species, however, are known to feed on humans in Maryland and numerous accounts of this have been reported. It thus appears that, on the basis of feeding habits and other known characteristics, these five species could be involved, during epizootic and epidemic periods, in the transmission of EEE virus either from infected birds to susceptible mammals, or from one mammal to another.

An insufficient number of five species were collected to give a satisfactory indication of their range of hosts. Included in this group is *Culiseta melanura*. The remaining four species which were tested are not considered to be likely potential vectors because of their apparent inability to transmit EEE virus.

As can be seen, the information concerning possible mosquito vectors of EEE virus in Maryland is only partially complete. Additional field and laboratory studies, particularly during epidemics and epizootics, must be made in order to obtain the evidence necessary to definitely incriminate one or more of these mosquitoes as a vector.



## REFERENCES

- BRUECKNER, A. L., POELMA, L. J., EVERSON, C. L. and REED, R. C., 1934. Equine Encephalomyelitis. Maryland Agricultural Station Bulletin No. 369. 10 pp. — CHAMBERLAIN, R. W., 1958. Vector relationships of arthropod-borne encephalitides in North America. U.S. Public Health Reports 73: 377—379. — HESS, A. D. and HOLDEN, P., 1958. The natural history of the arthropod-borne encephalitides in the United States. Ann. New York Acad. Sci. 70: 294—311. — STAMM, D. D., 1958: Studies on the ecology of equine encephalomyelitis. Amer. Jour. Pub. Health 48: 328—335.

## DISCUSSION

- P. F. MATTINGLY: What is the locally held impression regarding the maintenance of this virus during the winter in Maryland?
- H. NEWSON: The present state of our knowledge is too incomplete to provide any basis for speculation.
- E. MARKS: Does the virus necessarily overwinter in Maryland or may it be re-introduced each season from farther south?
- H. NEWSON: For Maryland this is not known. It is possible that the virus overwinters in birds and that birds containing virus move into Maryland from both the north and south.

## STUDIES ON CULICOIDES IN EGYPT, U.A.R.

H. F. NAGATY and T. A. MORSY

Department of Parasitology, Faculty of Medicine, Ein-Shams University, Abbassia, Cairo

Owing to the importance of biting midges of the genus *Culicoides* as pests and as vectors of diseases of man and animals, it is surprising to find that there is no account of the life history or even a complete morphological study of a single Egyptian species in the literature. The study of blood-sucking arthropods is of great interest to a country like Egypt, situated as it is at the cross-roads of all nations and susceptible to insect invasion from everywhere. With the rapid progress of world-wide lines of communications, it has become important to guard against insects that may be adventitiously introduced and influence our welfare. Therefore, the aim of the present study is to elucidate the knowledge of *Culicoides* in Egypt.

These small dipterous blood-sucking flies are distributed in nearly all tropical and temperate zones of the world. The species recorded from the different parts of the world number about 3000 according to Kamal (1948).

Previously, these biting midges were placed in the large genus *Ceratopogon* together with a number of other species of different habits, most of which are predaceous. This genus in turn, was included with the non-biting dancing midges in the family *Chironomidae*. On the other hand, the group, as a whole, is a compact one and shows many striking differences from the non-biting midges (*Chironomus* . . . etc.). These facts led Malloch (1917) to separate the biting midges from the *Chironomidae* as a distinct family, *Ceratopogonidae*. The modern classification of this group is due to Kieffer (1919) and was first outlined by him in a key of the genera. In his succeeding paper (1925) he slightly modified and explained his arrangement. The system adapted by Goetghebeur (1920) is practically the same. These four papers are the most important contributions since the classical monograph of the genus *Ceratopogon* was published by Winnertz (1852). Edwards (1926) accepted Malloch's suggestion (1917) and listed characters differentiating the family *Ceratopogonidae* from the family *Chironomidae*. Some authors, however, follow the old classification, naming the group "*Ceratopogonidae*" as a subfamily of the *Chironomidae*.

The chief significance of *Culicoides* species is as vectors of filariae particularly of the genus *Acanthocheilonema* and *Onchocerca*, and also as vectors of viruses causing diseases in man and animals.

As regards human filariasis, it was reported by Sharp (1928) that *C. austeni* and *C. grahami* are vectors of the filarial worm *Acanthocheilonema perstans* in West Africa. Buckley (1934)



demonstrated the similar role played in St. Vincent by *C. furens* in conveying the worm *Mansonella ozzardi*, a common human blood-parasite in the west Indies and Central America. Two years later, Dampf (1936) in Mexico found *C. filariformis* infected with filaria in the sausage stage. The identity of these immature forms was not proved although it is suggested that some belong to a species of *Onchocerca* which attacks man.

Stewards (1933) showed that *Onchocerca cervicalis* is transmitted by *C. nubeculosus* and probably also by *C. parroti*. This worm is found in the ligamentum nuchae of equines and is the principal cause of fistulous withers and poll-evil in these animals.

Five years later, Buckley (1938) stated that *Culicoides* transmits *Onchocerca gibsoni* to cattle in Kuala Lumpur, Malaya. It has also been shown that certain species of *Culicoides* are capable of transmitting filariasis of monkeys in Panama (Causey 1938). In Formosa, a species of *Culicoides* is incriminated as causing fowlpox of domestic fowls and turkeys (Tokunaga 1937).

*C. nubeculosus* is again incriminated by Moignoux (1952) as the vector of *Onchocerca reticulata*, which infests the suspensory ligament of the pastern joint of horses in the South of France.

In addition to filariasis, *Culicoides* transmits pathogenic viruses to domestic stock. Du Toit (1944) in South-Africa recorded 3 positive infections of sheep with blue-tongue and one positive infection of a horse with horse-sickness, or *Pestis equorum*, following intravenous injection with emulsions of *Culicoides* caught in the field. In addition, one sheep developed blue-tongue after being bitten by *Culicoides* that had fed ten days previously on infected sheep.

Horse-sickness appeared in Egypt in epidemic form in 1943 after its first record in the country in 1928. The appearance of this serious disease coincided with the appearance of human malaria transmitted by the new mosquito intruder, *Anopheles gambiae*, caused many workers believe that the latter insect was responsible for transmitting this disease. However, that assumption was disproven when the disease spread rapidly to localities in the Delta, beyond the range of *Anopheles gambiae*. This disease is known in Egypt and the Sudan under the local name "El Negma".

The presence of *Culicoides* species in Egypt was recorded by Kieffer (1924) and Macfie (1924, 1943). In 1924, Macfie recorded *C. distinctipennis* var. *egypti* Macfie, 1924 and *C. schultzei* (Enderlein, 1908). In the same year, Kieffer recorded the presence of six species; *C. pilosipennis* Kieffer, 1924; *C. donatieni* Kieffer; *C. sciniphes* Kieffer, 1924; *C. pharao* Kieffer, 1924; *C. puncticollis* Becker, 1902 and *C. nilotes* Kieffer, 1924. Again Macfie (1943) recorded nine species: *C. circumscriptus* Kieffer, 1918; *C. egypti* Macfie, 1943; *C. kingi* Austen, 1912; *C. pallidipennis* Carter, Ingram and Macfie, 1920; *C. pulicaris* L.; *C. puncticollis* Becker, 1902; *C. schultzei* (Enderlein, 1908); *C. similis* Carter, Ingram and Macfie, 1920 and *C. vitreipennis* Austen, 1921.

Actually only ten species have been recorded in Egypt. This is due to the fact that:—

(a) *C. egypti* Macfie and to great extent *C. pharao* Kieffer are the same as *C. distinctipennis* Austen (Nagaty and Morsy, 1959).

(b) *C. kingi* Austen is the same as *C. schultzei* Enderlein (Vargas, 1949).

(c) *C. donatieni* Kieffer, *C. sciniphes* Kieffer are the same as *C. puncticollis* Becker (Edwards, 1939).

A general survey seems to be of the first importance in order to know the local species and their distribution in different localities. The investigation with which we are concerned is still continuing and the present survey is a review of the species widely distributed in Egypt.

In all our investigations the collection trap used is what we may call an "oil lamp screen trap", Fig. 1). It consists simply of muslin screen stretched between two upright aluminium rods (a & b). Each rod measures about two meters and consists of three pieces joined together by screws, the lower one has about 25 cms of its base in the form of an iron wedge. Each rod is fixed in an upright position in the soil by means of three cords attached from one end to the apex of the rod and from the other to three wooden wedges fixed to the ground to have the screen well stretched. A third aluminium rod (c) measures about 175 cms and consists of two pieces also joined together by screws, the lower part of which is provided with a wedge and the upper carries a hanging oil lamp. The insects are attracted to the light, rest on the screen, and can be collected by an aspirator. This trap has proved most successful in practice especially in places where an electric light is not available.

We have collected and identified the following species:

1. *C. schultzei* Enderlein.
2. *C. distinctipennis* Austen.
3. *C. puncticollis* Becker.
4. *C. riethi* Kieffer.
5. *C. circumscriptus* Kieffer.
6. *C. similis* Carter, Ingram and Macfie.
7. *C. pallidipennis* Carter, Ingram and Macfie.

All have been recorded previously by Kieffer and Macfie with the exception of *Culicoides riethi* Kieffer.

Edwards *et al.* (1939) stated that possibly *C. riethi* and *C. puncticollis* are merely northern and southern forms of the same species. If true, the earlier name "*puncticollis*" should be used. Macfie (1943), remarked that *Ismailia* specimens examined by him agreed structurally with "*riethi*", although he probably was following Edwards' view (1939) in considering "*riethi*" as a form of "*puncticollis*". We have succeeded in establishing the fact that these are two distinct species. We have collected *C. riethi* from Wadi El-Natroun and El-Fayoum. The work concerning this is under publication.

The most abundant species is *C. schultzei* which is commonly distributed locally through the Egyptian countryside. Dr. Willis W. Wirth (private communication) concerning this species reported: "The variation in the colour pattern of this species has caused a lot of confusion throughout the range of the species, from West Africa to Japan. All variations crop up repeatedly throughout the range so we do not believe there is any taxonomic distinction".

We attempted to study the immature stages of this species from different localities in its range. As regard the adult, we attempted to study its seasonal distribution. This was done in two collection sites, the first at Bulaq El-Dakrour Giza Govern., and the second was at Abbassia, Cairo. The observations began in the third week of June, 1958, and were continued until the end of December. At Bulaq El-Dakrour, they began in the same year but at the beginning of September and continued till the end of December.

At Abbassia (Fig. 2), the first flying adult appeared during the second half of July and numbers built up to a maximum in the middle of September, after which the number decreased until the first week of November when the last adults of the season were caught.

At Bulaq El-Dakrour (Fig. 3), the first flying adults were caught at the beginning of September and increased to a maximum in the second week of October, after which they decreased until the first week of December when the last adults of the season were caught. However, the first of September cannot be considered as the first day of flying adults; we might have obtained adults if we had started collections earlier.

When considering the seasonal distribution at Bulaq El-Dakrour, we find that adults *Culicoides schultzei* increased to maximum numbers during the second week of October after which they sharply declined and remained very low. This was followed by a partial recovery in the second week of November, during which there was a small but definite increase in numbers. This increase was only temporary, and by the beginning of December very few adults were found. Therefore, in Bulaq El-Dakrour, the seasonal distribution could be considered to have 2 peaks, whereas at Abbassia the first peak may be in the middle of September and the second peak is insignificant.

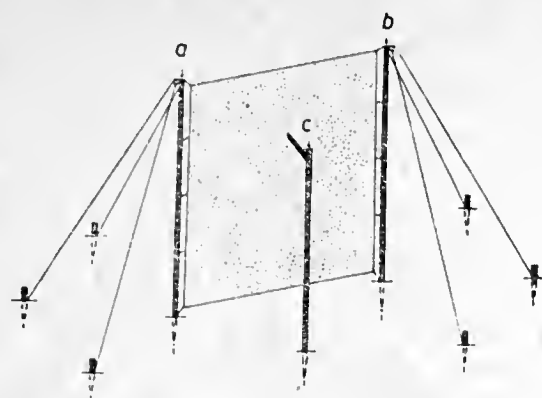


Fig. 1.

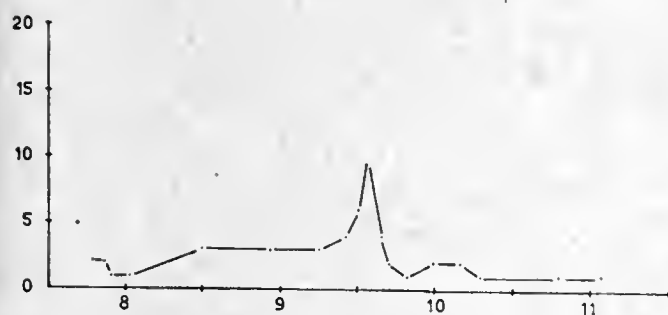


Fig. 2.

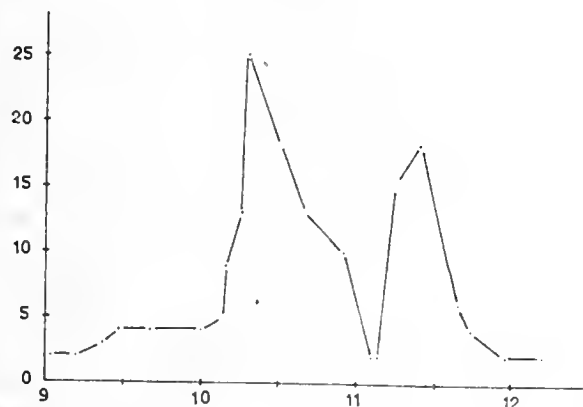


Fig. 3.

Fig. 1. Diagram of trap.

Fig. 2. Seasonal distribution of male and female *C. schultzei* in 1958 at Abbassia, Cairo (per one trap.)

Fig. 3. Seasonal distribution of male and female *C. schultzei* in 1958 at Bulaq El-Dakrour, Giza Govern. (per one trap).

N. B.: Abscissa represents the months; ordinate represents the number of individuals caught.

One may ask:

(a) has *C. schultzei* a bimodal form?

(b) why was the *C. schultzei* season about one month later in Bulaq El-Dakrour than in Abbassia?

(c) why the two seasonal peaks are not clear in Abbassia?

The bimodal distribution might be due to:—

firstly: the effect of environmental conditions upon a fundamentally unimodal form; secondly: *C. schultzei* possesses two generations a year instead of one; thirdly: *C. schultzei* is composed of two separate entities whether species, varieties or biological races.

Apart from all these factors that effect evolution of a bimodal form, we must know whether this species has a bimodal or unimodal form. The study of the seasonal distribution in three successive years at least may explain this complex.

The species following *C. schultzei* in abundance, is *C. distinctipennis*. This species also constitutes a certain complex.

Carter *et al.* (1920) in the Gold Coast recognized two species, *C. distinctipennis* Austen and *C. praetermissus* C., I. and M. Kieffer (1924) in Egypt, recorded *C. pharao* as a new species. In the same year Macfie recognised *C. distinctipennis* var. *egypti* as a new variety differing from typical *C. distinctipennis* Austen in having two pale spots beyond the end of the costa instead of one. Macfie (1943) recognized *C. egypti* as the hypopygium differs from *C. distinctipennis* and closely resembles *C. praetermissus*. As to *C. pharao* the latter author was not sure of the synonymy. Fielder (1951) reported that: a) *C. distinctipennis* var. *egypti* Macfie is a variation of *C. distinctipennis*; b) *C. egypti* is synonymous with *C. praetermissus* and considered the latter as a variation of *C. distinctipennis*; c) the variety of *C. distinctipennis* in which there are two pale spots beyond the end of the costa must be referred to as *C. distinctipennis* var. *praetermissus*. In the present study we will use the original term *C. distinctipennis* to designate this species, until it is proved that any of the other forms have significance.

The study of the seasonal distribution of this species was done at Abbassia, in 1958 from June until the end of December. The first flying adults appeared in the middle of July, after which the number diminished until the second week of October when the last adults of the season were caught. The study of the immature stages of this species will facilitate the problem of identity of the five above mentioned species.

Since a small number of individuals of each of the other species were obtained during the 1958 season, little is to be gained from discussing their seasonal distribution.

Complete redescriptions of all species mentioned and illustrated were given by the present authors, some have already been published and the rest are under publication.

The present paper was in its final stages of preparation when collections from additional localities yielded a considerable numbers of additional species. Since these species seemed to strengthen our group classification, a general key for the local fauna will be prepared after these additional species are described and illustrated.

## REFERENCES

- BUCKLEY, J. J. C., 1934. On the development in *Culicoides furens* Poey of *Filaria* (= *Mansonnella*) *ozzardi*. Jl. Helminth., 12: 99—118. — BUCKLEY, J. J. C., 1938, On *Culicoides* as vectors of *Onchocerca gibsoni* (Cleland & Jahnston 1910). Jl. Helminth., 16: 121—158. — CARTER, H. F., INGRAM, A. and MACFIE, J. W. S., 1920. Observations on the Ceratopogonine midges of the Gold Coast, with descriptions of new species. Ann. Trop. Med. Parasit., 14: 187—275. — CAUSEY, O. R., 1938. *Culicoides* of Siam with descriptions of new species. Amer. Jl. Hyg., 17: 399—417. — DAMPF, A., 1936. Los Ceratopogonidos o jejenes (Insecta, Diptera, Fam. Ceratopogonidae) como transmisores de filarias. Medicina, Méx., no. 268. — DU TOIT, R. M., 1944. The transmission of Blue-tongue and Horse sickness by *Culicoides*. Jl. Vet. Sci., 19: 7—16, Onderstepoort, South Africa. — EDWARDS, F. W., 1926. On the British biting midges (Diptera-Ceratopogonidae). Trans. Roy. Ent. Soc. London, LXXIV: 389—426. — EDWARDS, F. W., OLDROYD, M. A. and SMART, J., 1939. British Blood-Sucking Flies. British Museum (Natural History). — FIELDER, O. G. H., 1951. The South African biting midges of the genus *Culicoides* (Ceratopogonid., Dipt.). Onderstepoort Jl. Vet. Res., 25: 3—33, South Africa. — GOETGHEBUER, M., 1919. Metamorphoses et Moeurs du *Culicoides pulicaris* Linne. Bull. Ann. Soc. Ent. Belg., 59: 25—30. — KAMAL, M., 1948. Biological studies of some midges and their relation to diseases transmission particularly the Horse-sickness (Diptera-Chironomidae & Ceratopogonidae). Bull. Soc. Fouad 1er Ent., 97. — KIEFFER, J. J., 1919. Chironomides d'Europe conserves au Musée National Hongrois de Budapest. Arm. Hist. Nat. Mus. Hung., 17: 1—131. — KIEFFER, J. J., 1924, Chironomides d'Egypte (Dipt.) avec 24 figs. Bull. Soc. Roy. Ent. d'Egypte: 244. — KIEFFER, J. J., 1925, Fauna de France. Dipteres (Nematoceres piqueurs). Chironomides Ceratopogoninae, Paris, Lechevalier. — MACFIE, J. W. S., 1924. On some Egyptian Ceratopogoninae. Bull. Ent. Res., 14: 61—79. — MACFIE, J. W. S., 1943, Ceratopogonidae (Diptera) from Egypt. Proc. Roy. Ent. Soc., London (B), 12: 145—159. — MALLOCH, J. R., 1917. A preliminary classification of Diptera, Part 1, Bull. Ill. State Lab. Nat. Hist., 12: 281. — MOIGNOUX, J. B., 1952. Les onchocerques de equides. Acta trop. Basel, 9, 125—50 (Abstract: Rev. Appl. Ent. B, 41 (1953), p. 100). — NAGATY, H. F. and MORSY, T. A., 1959. *Culicoides pallidipennis* C. I. & M. (Diptera: Ceratopogonidae) an Egyptian biting midge. Jl. Egypt. Pub. Health Assoc., 34: 71—75. — NAGATY, H. F. and MORSY, T. A., 1959. *Culicoides puncticollis* Becker (Diptera-Ceratopogonidae) from Egypt. Jl. Egypt. Pub. Health Assoc., 34: 170—175. — NAGATY, H. F. and MORSY, T. A., 1959. Morphological study on *Culicoides distinctipennis* Austen (Diptera: Ceratopogonidae). Jl. Egypt. Vet. Med. Assoc., 19: 175—181. — NAGATY, H. F. and MORSY, T. A., 1960. Report on a collection of biting midges of the genus *Culicoides* (Diptera, Ceratopogonidae). Jl. Egypt. Pub. Health Assoc., 35: 27—34. — NAGATY, H. F. and MORSY, T. A., 1960. Egyptian biting midges of the genus *Culicoides* (Diptera-Ceratopogonidae). Bull. Soc. Ent. d'Egypte, 44: 477—480. — NAGATY, H. F. and MORSY, T. A., 1960. *Culicoides riethi* Kieffer, a new record in Egypt. (Under publication). — SHARP, N. A. D., 1928. *Filaria perstans*, its development in *Culicoides austeni*. Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg., 21: 371—396. — STEWARDS, J. S., 1933. *Onchocerca cervicalis* (Railliet & Henry 1910) & its development in *Culicoides nubeculosus* Mg. 3rd. Rep. Inst. Anim. Path. Univ. Camb.: 272—284. — TOKUNAGA, M., 1937. Sand-flies (Ceratopogonidae, Diptera) from Japan. Tenthredo, 1: 233—338. — VARGAS, L., 1949. Lista de los *Culicoides* del mundo (Diptera: Heleidae). Rev. Soc. Méx. Hist. Nat., 10: 191—218. — WINNERTZ, 1852. Linn. Ent., Vol. 6, p. 35 (Quoted from Edwards, F. W., 1926).



# COMPARATIVE ECOLOGICAL, BIOLOGICAL AND EPIDEMIOLOGICAL PECULIARITIES OF PHLEBOTOMUS IN KIRGHIZIA

I. A. TARVIT-GONTAR

Manuskript nicht eingelangt.

## ABSTRACT

The study of bioiskoinological regularities inside the bioiskoinos permits to understand better even some of the regularities of epizootical and epidemiological processes with transmissive disease and in particular with the leishmaniasis.

The character of the spreading of the phlebotomus-carriers, leishmaniasis, in different ecological (cenological) conditions of Kirghizia permits to reveal ecological valency of different types of *phlebotomus*.

Of the wide spread types in Kirghizia, the greatest ecological valency is detected in *Ph. chinesis* which according to the observation are more moist loving and cold proof, ascending to great height. In the limits of areals, including Kirghizia, *Ph. chinensis* inhabits a region with optimum conditions for existence and where the type is high and firm in quantity (Northern and separate regions in Southern Kirghizia). And regions with medium conditions where the quantity of the type isn't stable and activity is adapted to definite, more favourable seasons of the year (in most regions of Southern Kirghizia). Beside it a region of pessimum is noted. Where the type is met sporadically in insignificant quantity (Issyk-Kul region).

*Ph. papatasi*-dry proof and warm loving types have already some ecological valency and to which Northern Kirghizia is a pessimum region. *Ph. caucasicus* choosing much higher temperature and relatively medium moisture holds less ecological valency (Southern Kirghizia). *Ph. sergenti* relating to dry proof types doesn't attain high quantity, from this results that Kirghizia, has regions of only medium conditions. More particular, ecological valency is detected in *Ph. perfiliievi transcaucasicus*, which is detected only in one part of Southern Kirghizia.

Ecological observations are confirmed by morphological researches: moist loving types have respiratory indices with comparison to dry proof.

In relation to ecological and biological peculiarities of phlebotomies of Kirghizia are different and the epidemiological role of different types in different conditions and in different seasons of the year which is necessary to take into account when carrying out exterminative measures.

## DISCUSSION

C. B. PHILIP: What are the important parasitic species in her district?

GONTAR: *Phlebotomus caucasicus* in summer and *P. chinensis* in fall plus variety *monticola*.  
*P. sergenti* too few to be important.

Frage: Welche Arten haben eine Bedeutung für Epidemien?

Antwort: Im Süden während der 4 Sommermonate *P. caucasicus* und während des Herbstes *P. chinensis*, im Norden *P. chinensis monticola*.

Frage: Haben Sie Laborversuche gemacht?

Antwort: Ja.

Frage: Sind Ihnen die Entwicklungsorte bekannt?

Antwort: In den Nestern der Nagetiere, auf Feldern, in Häusern und Kellern.

Frage: Warum hat *P. sergenti* keine Bedeutung für Epidemien?

Antwort: Wegen der geringen Zahl seines Vorkommens.

# PRACTICAL METHODS FOR THE CONTROL OF *SIMULIUM DAMNOSUM* (Theobald) AND *SIMULIUM NEAVEI* (Roubaud) THE VECTORS OF ONCHOCERCIASIS IN UGANDA

G. R. BARNLEY, Uganda

I reported to the Xth International Congress that in 1956 the larvicidal application of a saturated solution of DDT Technical in light petroleum oils, had eradicated *Simulium damnosum* from a 42-mile stretch of rapids at the headwaters of the Victoria Nile. Twelve applications were made at weekly intervals to give concentration of 0.3 parts p'-p' DDT per million maintained for 30 minutes. It was suggested that the ecological imbalance resulting from the destruction of enormous populations of filter feeding invertebrates and manifest in a growth of lower plant forms on the rocks and trailing vegetation had been a factor in inhibiting the re-population of the breeding sites by *S. damnosum* since, in our previous experience, this species had demanded a perfectly clean substrate.

The success of this operation is still complete and there has been a spectacular movement of cultivators into the fertile area thus liberated from the fly nuisance. This area now produces a high proportion of the staple foods purchased by the urbanized African population of Southern Uganda.

Early stages of *S. damnosum*, *S. medusiform* form *hargreavesi* and *S. griesecolle* have not repopulated these rapids and we have apparently been guilty of the annihilation of the species *S. Nili*. The sites previously occupied by these species have been scantily occupied by the non-colonial *S. adersi*, a species which previously developed on wave beaten rocks overgrown with algae on the shores of Lake Victoria and whose eggs, laid singly on the surface of the water, drift down-stream before hatching. Although the lithophilic filter feeders, including the species of Ephemeroptera and Trichoptera, noted by Corbet (2) as having been eliminated by the insecticide, are re-established, the river bed appears to be in an ecological equilibrium which still favours the persistence of an appreciable growth of lower plant forms on all the substrates to which we have gained access.

We can, however, no longer maintain the view that this factor has a significant influence in inhibiting re-colonisation by *S. damnosum* for we have observed very dense colonies of early stages of this species flourishing on substrates much more heavily contaminated with filamentous algae and diatomaceous slime than are those on the Nile rapids referred to above. After trials of various insecticides had been carried out in rivers descending Ruwenzori, the destruction of filter feeders resulted in conspicuous growths of plant life on the breeding sites which were none the less, very rapidly re-populated by *Simulium* species early stages moving downstream from the untreated levels.

*S. damnosum* early stages have also been encountered surviving the dry season under conditions which our previous experience of this species in East Africa had led us to suppose to be altogether unsuitable. Since this faulty assumption led to the failure of a major eradication scheme some details are worth recording.

We were required, at short notice, in the interests of a hydroelectric development, to control *S. damnosum* developing on a 50-mile stretch of rapids on the Victoria Nile between its emergence from the swampy Lake Kyoga and its descent of the Murchison Falls into L. Albert, some 200 miles, North-west of the site of the successful operation. In this reach, the main stream is joined by a number of tributaries draining a long grass savannah forming part of the Murchison National Game Park. Under dry season conditions these tributaries are only accessible by cutting tracks through 10-ft elephant

grass, or by following game trails and in such an environment, a survey party is apt to find itself in sudden and unsuccessful competition with the better adapted fauna: in the wet season, the whole area is inaccessible, even to tribal poaching parties. In these circumstances our surveys of the tributaries were limited to the physical examination during the dry season of five sites on two of the larger rivers, in which the only *Simuliid* encountered was *S. unicornutum*, a species whose association are very different from those of *S. damnosum*. The courses of the remaining tributaries were observed from a low flying light aircraft. It was concluded that there could be no significant emergence of *S. damnosum* from the tributaries and that adequate control, if not eradication, of *S. damnosum* could be achieved by the larvicidal treatment of the main stream rapids alone.

The rapids were, in fact, completely cleared of all *Simulium* larvae after the second of ten weekly doses of a saturated solution of DDT Technical in a 50/50 mixture of Power Kerosene and Dieselene. The first dose was at the rate of 0.4 parts DDT per million, maintained for 30 minutes and subsequent doses at the rate of 0.2 parts per million. The applications were made through a perforated polythene pipe line slung between a pair of power line pylons across a 480-ft narrows some 400 yards up-stream of the first series of rapids. Although the flow below the point of emission was turbulent and with a maximum velocity of 1.2 metres per second, the surface was unbroken and an additional degree of agitation was introduced by the propeller of a powerful out-board motor in a small boat traversing the river at high speed.

With the exception of a single isolated thunderstorm, no rain fell on the watershed during this dosing schedule. The adult fly count was reduced to zero, where it remained until after the final dose, whereon success was claimed. However, some three weeks after the on-set of exceptionally heavy rains, adult *S. damnosum* were reported biting in the vicinity of a tributary some 40 miles north of the main stream and thereafter the re-population of the main stream breeding sites progressed so rapidly that within nine months the adult count and the observable density of early stages on the main stream rapids exceeded the pre-treatment level.

Aestivation of females (4) along the course of dried out tributaries was at first postulated in explanation of this very rapid re-population but we were unable to investigate this possibility as heavy rains fell throughout the expected period of the dry season and the tributaries continued to flow. Somewhat later, however, Prentice succeeded in reaching several hitherto unexplored tributaries under partial dry-season conditions and found large colonies of *S. damnosum* early stages flourishing on the vertical surfaces of isolated sills of faulting rock. These sites were very heavily overgrown with slimy plant life and were widely separated by stretches of sluggishly flowing muddy water and were deeply shaded by gallery forest. Prentice is of the opinion that the density of the population he observed could fully explain the rapid rate of re-population noted and this explanation is consistent with the experience of Crosskey in West Africa (5).

It thus became obvious that the control of *S. damnosum* in this focus would involve the simultaneous treatment of the main stream rapids and the tributaries during the wet season when the flow of the latter would be adequate to ensure the carriage in suspension of the insecticide. The tributaries would be inaccessible by surface routes and the use of an aircraft would be inevitable. The meandering rivers, fringed with 60-ft gallery forest could not be sprayed from a conventional aircraft and financial considerations would deny the use of a helicopter. A low level bombing technique was therefore developed by which we have shown that it is possible to clear the streams of all *Simulium* larvae. Charges of a DDT water soluble oil concentrate were contained in polythene lined "Tetrapak" milk containers which discharged from

an improvised bomb shute in an Auster aircraft. The "Tetrapaks" were ballistically unstable but combined the advantage of a form that while not leaking all over the aircraft, burst very satisfactorily on impact with the water.

This technique involves an empirical overdose, based on a generous guess at the outfall of the river and an allowances for misses. It is therefore unsuitable for use in populated areas or in rivers in which the fish are of economic importance. It may also be unsuitable for use against *Simulium neavei*, since a heavy overdose may cause the crabs, with which the early stages of this species associate, to leave the flow during the period of insecticidal contamination. A slow emission "bomb" is therefore required and experiments are in hand with DDT concentrates retained in a water soluble gel. Methyl cellulose paste sold to decorators as a wall paper adhesive appears to provide a cheap and effective base.

During the last ten years we have controlled *Simulium* early stages in a wide range of conditions throughout Uganda and in view of the appreciably higher dosage rates recorded by other workers, we offer the following observations as a general guide. Corbet (2) & (3) Jamnback (6) have noted that the effect of anti-*Simulium* larvicidal measures on the fauna of the stream is differential and we have found that it is possible to select a dosing rate at which fish and browsing invertebrates are unaffected while all filter feeders succumb.

Fredeen, Aronson and Berk (7) have shown that DDT from oily solution is adsorbed on to particles of finely divided silt suspended in the spring floods of Canadian rivers and at this factor enhances the effect of an insecticidal application as the particles act as a vehicle for the carriage downstream of toxic particles in a form available to the filter feeding organs of the larvae. It is our experience that this adsorption is by no means confined to inorganic silt. The Nile and the dry season flow of the Ruwenzori rivers carry very little inorganic suspended matter but are rich in vegetable spores, minute animals and eggs of invertebrates. Examination of the guts of *Simulium* larvae killed by insecticidal application show a very high proportion of such living matter in comparison with silt particles. We have, none the less, achieved complete kills of *Simulium* larvae in a 15 mile stretch of a highly turbulent Ruwenzori river with an application of 0.025 parts of DDT from oily solution per million for 30 minutes and are confident that the concentration of 0.2 parts per million to the Nile represents an appreciable over-dose for the 50 mile carry involved. The lowest experimental application which we have used with good effect was 0.01 parts per million applied for 30 minutes to the intake of a flume type aqueduct delivering 4 cu.m/sec at a velocity of 2 m/sec. This application was approaching the critical level. The kill of larvae of *S. dentulosum* and several species of filter feeding Ephemeroptera was partial over the first 400 yards of the 4-mile flow but complete in the lower reaches. It is probable that the insecticide was not uniformly distributed throughout the flow in the immediate vicinity of the point of application but was both well distributed and strung out after travelling for some distance.

The criterion of success with an oily solution is the availability of a short stretch, such as the base of a waterfall or very highly agitated water at the point of application. This brings the oily solution into intimate contact with a large number of suspended particles. If such violently agitated water is not accessible we have found it advisable to use a suspension from a water-miscible oil concentrate. Since *Simulium neavei* early stages in association with fresh water crabs inhabit comparatively sluggish streams, such a suspension is used in all our anti *S. neavei* work. The effectiveness of a suspension is entirely a function of the number of DDT crystals released and there appears to be no adsorption on to suspended particles. We have found that dosage rate of the order of 0.2 parts per million for 30 minutes is effective in moderately rapid rivers,



having a flow of not less than 0.5 cu.m/sec for carries of up to 10 miles. And the smaller and comparatively sluggish tributaries which are also inhabited by this species we have had to increase the rate of application to ten times this level to obtain an effect over one mile. The flow of many such streams is so small as to be virtually unmeasurable and in these an empirical overdosage at concentrations which destroy practically all animal forms, is required.

As might be expected, the performance of various commercially available DDT concentrates varies enormously.

The performance of the new and more powerful insecticides has been disappointing as compared with DDT. In trials with Dieldrin concentrates and pelleted formulations, the effective concentration was found to be such that its use was uneconomic in comparison with DDT and at this level there was a noticeable mortality of the general fauna.

We have in fact found that DDT Technical dissolved in the cheapest available light oil, giving a solubility of the order of 10% is both the most effective and most economical *Simulium* larvicide. Under East African conditions, Messrs. Shell Chemicals have advised me that the cheapest solvent to these specifications is a 50/50 mixture of Power Kerosene and Light Dieselene. We are able to effect the solution of DDT in this mixture in the field, without the use of heat, by means of a re-circulating centrifugal pump system mounted in a Land Rover trailer.

#### REFERENCES

1. BARNLEY, G. R., 1956: Control of *Simulium* Vectors of Onchocerciasis in Uganda. Proc. Xth International Congress of Entomology, Vol. 3, 1956—58, pp. 535—537. — 2. CORBET, P. S., 1958: Effects of *Simulium* Control on Insectivorous Fishes. Nature, Vol. 181, pp. 570—571. Feb. 22, 1958. — 3. CORBET, P. S., 1958: Some effects of DDT on the fauna of the Victoria Nile (Rev. Zool. Bot. Afr. LVII, 1—2) pp. 73—95. — 4. LEWIS, D. J., 1957: Simuliidae and their Relation to Onchocerciasis in the Sudan. Bull. Org. mond Sante. 1957 671-674. — 5. CROSSKEY, R. W., 1956: The Distribution of *Simulium damnosum* Theobald in Northern Nigeria. Trans. Roy. Soc. Trop. Med. & Hyg. Vol. 50. No. 4. pp. 379—392, 1956. — 6. JAMNBACK, H. & COLLINS, D. L., 1955: The control of blackflies (Diptera; Simuliidae) in New York. N. Y. State Mus., Bull. No. 350. 1—113. — 7. FREDEEM, F. J. H., ARNASON, A. P. and BERCK, B. (1953) Adsorption of DDT on Suspended Solids in River Water and its Role in Black-fly Control. Nature, Vol. 171, pp. 700, April 18th, 1953.

#### DISCUSSION

V. ZIVKOVITCH: Up to which depth are found the larvae and pupae of *S. damnosum* and other species in Nile and its tributaries?

G. R. BARNLEY: *S. damnosum* pupae have been found about 75 cm below the water surface and probably occur much deeper.

FRAGA DE AZEVEDO: I want ask Dr. Barnley what he thinks about the influence of the barages that had been built in a large scale in Africa, in the life cycle of *simulium*.

I have found a very large quantity of larvae and pupae of *simulium* over the stones of the stones that supported some barages in Mozambique.

Concerning the repopulation this is a misterious phenomen. some years ago the *simulium* were eradicated from the River Congo in front of Leopoldville and the river was not yet repopulated I think.

BARNLEY: Upstream of the Owen Falls dam all *simulium damnosum* early stages disappeared. Alterations in level of the water below the dam as the result of engineering operations resulted in a diminution of *Simulium* populations.

I understand from Dr. Le Brun that eradication of *S. damnosum* from the Stanley pool rapids is not claimed and that repopulation is discouraged by repeated applications of larvicide from helicopters as part of the General insect control system in Leopoldville.

# INTÉRÊT MÉDICAL DES MOUSTIQUES EN OCÉANIE FRANÇAISE

JEAN RAGEAU

Parmi les insectes, la famille des Culicidae ou moustiques est, de loin, la plus importante du point de vue sanitaire comme du point de vue biologique et zoogéographique; c'est aussi la mieux connue. En effet, à mesure que le recensement des espèces progresse, surtout depuis la deuxième guerre mondiale, on constate que la faune culicidienne est non seulement très riche en individus, mais encore relativement variée et qu'elle compte des formes endémiques dans la plupart des archipels. Le catalogue le plus récent, celui de J. N. Belkin (sous presse)<sup>1</sup> signale 19 à 21 espèces de Culicidae en Nouvelle-Calédonie et dépendances (11 à 12 *Culex*, 5 *Aedes*, 2 ou 3 *Tripteroides* et 1 *Taeniorhynchus* = *Mansonia*), 22 espèces au moins aux Nouvelles-Hébrides (9 *Culex*, 8 *Aedes*, 2 *Tripteroides*, 1 *Taeniorhynchus*, 1 *Anopheles* et 1 *Uranotaenia*), 7 à 9 espèces à Wallis et Futuna (5 ou 6 *Aedes*, 2 ou 3 *Culex*), 8 à 9 espèces aux îles de la Société (5 ou 6 *Culex*, 3 *Aedes*), 4 espèces aux îles Tuamotu et Australes (2 *Culex*, 2 *Aedes*) et 3 espèces aux îles Marquises (2 *Culex*, 1 *Aedes*).

Les Nouvelles-Hébrides comptent le plus grand nombre de genres (6), de sous-genres (11) et d'espèces (22), suivies de près par la Nouvelle-Calédonie. En Polynésie, les *Culicidae* ne sont représentés que par deux genres (5 sous-genres) et le nombre des espèces va en diminuant d'Ouest en Est (8 à Wallis et Tahiti, 4 aux Tuamotu, 3 aux Marquises).

Les Culicidae peuvent jouer un double rôle pathogène en Océanie:

— ils ont une action venimeuse et spoliatrice par leurs piqûres. C'est le cas des espèces présentant une grande avidité pour le sang humain lorsqu'elles sont en populations denses et en contact étroit avec l'homme, c'est-à-dire dans presque toutes les îles.

— ils transmettent des filaires humaines et animales, des protozoaires (*Plasmodium* du paludisme aux Nouvelles-Hébrides) et des virus (dengue, encéphalites?).

Nous étudierons successivement les moustiques anthropophiles, les vecteurs de filarioses, de paludisme et de viroses.

## Culicidae anthropophiles

Depuis la découverte de l'Océanie à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, les relations des voyageurs et des médecins ont fait état de l'abondance des moustiques dans les « îles des mers du Sud » et de leur agressivité pour l'homme. On a même cité le cas d'îles qui auraient été abandonnées par leur population devant des invasions de moustiques (Manson-Bahr, 1952). Edwards (1924) remarque que, si les Culicidae de la région australasienne comptent peu d'espèces, les individus ne sont que trop nombreux! En effet le pourcentage d'espèces anthropophiles à forte densité est très élevé en Polynésie comme en Mélanésie: en dehors des genres *Tripteroides* et *Uranotaenia*, le premier purement mélanésien, le second n'existant qu'aux Nouvelles-Hébrides, presque tous les *Culex* et les *Aedes* ainsi que *Taeniorhynchus xanthogaster* (commun surtout en Nouvelle-Calédonie mais signalé aussi des Nouvelles-Hébrides: Perry, 1949) se gorgent sur l'homme. Les espèces les plus redoutables à cet égard sont celles des marécages saumâtres littoraux et de la mangrove, des tarodières et des cocoteraies. Dans l'intérieur des îles montagneuses, dès quelques centaines de mètres d'altitude, les moustiques se raréfient et sont représentés par des espèces peu ou pas anthropophiles, alors que les vallées descendant vers la mer et les plaines côtières hébergent les faunes culicidiennes les plus nombreuses et les plus avides de sang. Ces « moustiques-fléaux » (« pest mosquitoes ») sont d'abord des *Aedes* appartenant au sous-genre *Ochlerotatus* en Nouvelle-Calédonie (*A. vigilax* Skuse), au sous-genre *Stegomyia* aux Nouvelles-Hébrides (*A. scutellaris* Walker ou *A. hebrideus* Edwards) et dans toute la Polynésie (*A. polyne-*

<sup>1</sup> Nous exprimons nos vifs remerciements au Dr. J. N. Belkin, Department of Entomology, University of California pour les renseignements qu'il nous a obligeamment fournis sur les Culicidae de l'Océanie.

*siensis* Marks, accessoirement *A. aegypti* L.), parfois au sous-genre *Aëdimorphus* (*A. vexans nocturnus* Theobald en Mélanésie et à Wallis). Ils ont une activité diurne et crépusculaire, souvent nocturne également; leur forte exophilie ne les empêche pas de pénétrer dans les habitations pour s'y gorger sur leur hôte humain. Parmi les *Culex* appartenant tous au sous-genre *Culex* s. str., *C. pipiens fatigans* Wiedemann, nocturne et endophile, est l'espèce domestique par excellence, présente dans toutes les îles. *Culex sitiens* Wied. et *Culex annulirostris* Skuse, non moins anthropophiles, ne sont gênants que localement et saisonnièrement.

Enfin *Anopheles* (*Myzomyia*) *farauti* Laveran qui n'existe qu'aux Nouvelles-Hébrides est surtout important comme vecteur du paludisme et de la filariose.

Comme espèces secondaires, en raison de leur moindre fréquence ou de leur localisation plus étroite, nous citerons: en Nouvelle-Calédonie *Aedes* (*Finlaya*) *notoscriptus* (Skuse), *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti queenslandensis* Theobald, *A. (Mucidus) alternans* (Westwood); cette dernière, relativement peu fréquente mais intéressante par ses larves prédatrices qui dévorent les autres larves de moustiques (cf. Rageau et Hamon, 1957; Rageau, 1958), *Taeniorhynchus xanthogaster* Edwards dont nous avons étudié, après Perry (1949), la biologie particulière (Rageau et Vervent, 1959).

Aux Nouvelles-Hébrides: *Aedes* (*Verrallina*) *lineatus* Taylor, très agressif en brousse au bord des ruisseaux; *Aedes* (*Stegomyia*) *pernotatus* Farner et Bohart, très voisin d'*Aedes hebrideus* Edw. (cf. Buxton et Hopkins, 1927; Perry, 1946; Rageau et Vervent, 1958).

A Wallis: *Aedes* (*Finlaya*) *samoanus* (Grünberg) ou une espèce voisine (selon Belkin, 1960, in litteris) (Rageau, 1959).

A Tahiti: *Culex atriceps* Edwards, *Culex litoralis* Bohart ou une espèce voisine (Belkin, 1960, in lit.); *Aedes* (*Ochlerotatus*) *edgari* Rosen. Cf. Rosen (1953—1955), Bonnet et coll. (1956), Kerrest (1954—55) etc.

La biologie de tous ces Culicidae a fait l'objet de travaux antérieurs auxquels nous renvoyons (bibliographie donnée par Iyengar, 1956 et par Rageau 1956, 1958 et 1959).

Leurs piqûres répétées peuvent causer des démangeaisons, de l'érythème de l'œdème, de la fièvre et de l'anémie. Les réactions sont particulièrement fortes chez les sujets non immunisés; elles varient beaucoup suivant les individus. Il peut y avoir infection secondaire des lésions de grattage.

L'importance économique des Culicidae anthropophiles est grande. Par leur pullulation ils rendent inhabitables de nombreuses vallées et plaines littorales dont ils empêchent la mise en valeur; dans les foyers de moustiques le séjour est pénible, surtout à la tombée de la nuit, et en saison chaude et humide (décembre à avril) les plantations et les habitations en brousse doivent parfois être abandonnées. Le problème de la démoustication doit être résolu en priorité si l'on envisage l'extension des cultures, de l'élevage et du tourisme en Océanie française.

### Culicidae vecteurs de filarioses

Outre la filariose canine due à *Dirofilaria immitis* Leidy et qui semble endémique dans toutes les îles océaniques (transmise par des espèces de Culicidae à vaste répartition: *Culex annulirostris* Skuse, *Aedes polynesiensis* Marks; cf. Rosen, 1954; Lacour et Rageau, 1957; Rageau, 1959 a), trois filarioses sont connues en Polynésie et en Mélanésie (Iyengar, 1954):

— la filariose humaine apériodique due à *Wuchereria bancrofti pacifica* Manson-Bahr, 1941: endémique dans toute la Polynésie ainsi qu'en Nouvelle-Calédonie et dépendances.

- La filariose humaine périodique nocturne, due à *Wuchereria bancrofti* (Cobbold, 1877): endémique aux Nouvelles-Hébrides seulement.
- la filariose humaine due à *Brugia malayi* Brug, 1931: quelques cas importés chez des immigrants vietnamiens aux Nouvelles-Hébrides.

Elles sont toutes transmises par des Culicidae.

L'épidémiologie de la wuchérériose à *B. malayi*, épidémique à Vaté et Santo et apparemment peu fréquente, n'a guère été étudiée et on ignore si les espèces de Culicidae locaux peuvent assurer sa transmission. Perry (1949) a montré que *Taeniorhynchus xanthogaster* Edwards n'était pas un vecteur expérimental de *B. malayi* aux Nouvelles-Hébrides.

La wuchérériose périodique nocturne a pour vecteur principal *Anopheles farauti* Lav. aux Nouvelles-Hébrides: Byrd et St. Amant (1950) citent un taux d'infestation microfilarienne naturelle de 13,7% sur 1239 dissections chez cette espèce. *Aedes* (*Stegomyia*) *hebrideus* Edw. (= *scutellaris* Walker) serait un vecteur secondaire pour lequel les mêmes auteurs donnent un taux d'infestation naturelle de 3,45%. La transmission de la wuchérériose apériodique est assurée essentiellement dans toute la Polynésie par *Aedes* (*Stegomyia*) *polynesiensis* Marks. Son épidémiologie est étudiée depuis plus de dix ans à Tahiti et dans les îles de la Société par l'Institut de Recherches médicales de la Polynésie française (cf. rapports annuels de cet Institut 1949—1959). Rosen (1952) donne les taux d'infestation microfilarienne naturelle suivants pour Tahiti:

*Aedes polynesiensis* Marks: 9,7% (2390 dissections).

*Culex pipiens fatigans* Wied.: 11,9% (1061 dissections) mais 0,1% de femelles hébergeant des microfilaires infestantes.

*Culex litoralis* Bohart (ou espèce voisine): 1,7% (50 dissections).

Expérimentalement *Aedes edgari* Stone et Rosen présentait 58,2% d'infestations (55 femelles examinées).

Depuis, la chimioprophylaxie à l'aide d'un microfilaricide dérivé de la pipérazine, la Notézine (Hétrazan) et les mesures d'assainissement à Tahiti ont fait baisser progressivement les taux d'infestation d'*Aedes polynesiensis* dans cette île et, en 1958, J. Laigret ne cite plus que 2,6% d'infestations microfilariennes naturelles avec un nombre moyen de microfilaires de 0,11 par femelle d'*A. polynesiensis* disséquée. Pour l'île voisine de Moorea il donne un taux de 5,9% en 1954 et 1,7% en 1958 sur plus de 2000 dissections tandis qu'à Maiao on ne trouve plus d'*A. polynesiensis* porteurs de microfilaires en 1958. A Raiatea le taux d'infestation d'*A. polynesiensis* s'élève en 1958 à 11% (732 examens), à Tahaa 12,6% (150 ex.), à Bora-Bora 16,5% (103 ex.), à Huahine 5,9% (284 ex.) et à Maupiti 23,1% (155 ex.).

A Wallis une enquête récente (Rageau, 1959) a donné 3,69% d'infestations naturelles par microfilaires de *Wuchereria bancrofti* chez *A. polynesiensis* (1435 femelles examinées) alors qu'en 1944 avait été relevé un taux de 7,3% (2645 dissections) chez cette espèce (Byrd et St. Amant, 1950).

En Nouvelle-Calédonie et aux îles Loyauté c'est *Aedes vigilax* (Skuse) qui assure la transmission de la wuchérériose apériodique, heureusement très peu pathogène (Kerrest, 1952; Iyengar, 1954; Lacour et Rageau, 1957). Iyengar a trouvé un taux d'infestation naturelle de 5% (141 examens) et nous-mêmes de 2,38% (963 examens).

Les autres Culicidae anthropophiles: *Aedes* (St.) *aegypti queenslandensis* Theo., *Aedes* (*Aëdimorphus*) *vexans nocturnus* Theo., *Aedes* (*Finlaya*) *notoscriptus* (Skuse), *Culex pipiens fatigans* Wied., *Culex sitiens* Wied., *C. annulirostris* Skuse peuvent être des vecteurs expérimentaux de filariose mais ils ne semblent jouer qu'un rôle bien secondaire dans les conditions naturelles.



Des expériences de Backhouse et Woodhill (1954) ont montré qu'un porteur de *Wuchereria bancrofti* d'origine néocalédonienne est susceptible d'infester des *Aedes* du groupe *scutellaris* bien que ces espèces n'existent pas en Nouvelle-Calédonie.

La seule espèce anophélienne des Nouvelles-Hébrides: *Anopheles (Myzomyia) farauti* Laveran, 1902 est vectrice du paludisme à *Plasmodium falciparum*, *P. vivax* et *P. malariae* dans cet archipel. Elle a été signalée de la plupart des îles (Buxton et Hopkins, 1927) mais est absente de Futuna (= Errovan), l'une des plus méridionales et la seule située à l'E. du 170° degré de longitude E., où il n'y a pas de paludisme autochtone (Mills, 1954).

Le taux d'infestation plasmodienne (indice oocystique) que nous avons observé récemment chez *Anopheles farauti* dans l'île Vaté s'élève à 5,40% sur 498 dissections (Rageau et Vervent, 1958).

L'épidémiologie du paludisme aux Nouvelles-Hébrides a été étudiée successivement par Buxton et Hopkins (1927), Hérivaux, Roncin et Dao van Thai (1939), Belkin, Knight & Rozeboom (1945), Mauzé (1946), Black (1954) et nous-mêmes avec G. Vervent (1958).

### Culicidae vecteurs de viroses

L'étude des virus ARBOR, c'est-à-dire des virus transmis par des Arthropodes (ARthropod BORné virus<sup>1</sup>) n'a pas encore été entreprise suivant les méthodes modernes en Océanie française. Aussi ignore-t-on quels sont les virus susceptibles d'être propagés par les Culicidae dans ces îles. Le seul qui ait été signalé est celui de la dengue, dont les vecteurs habituels sont des *Aedes* appartenant au sous-genre *Stegomyia*. C'est ainsi qu'*Aedes (St.) aegypti* a été incriminé par Perry (1948—1950), pour des raisons purement épidémiologiques, d'avoir provoqué des épidémies de dengue en Nouvelle-Calédonie et aux Nouvelles-Hébrides pendant la deuxième guerre mondiale, alors que Daggy (1944) accusait *Aedes scutellaris hebrideus* Edw. d'être un vecteur probable de dengue aux Nouvelles-Hébrides. Selon Mackerras (1946) la dengue peut être également transmise par *A. scutellaris* en Nouvelle-Guinée.

Une lutte énergique contre les moustiques et spécialement *Aedes aegypti* (destruction des gîtes larvaires) à Nouméa en 1942—43 avait d'ailleurs mis fin à une forte épidémie de cette virose.

En Polynésie, Rosen, Bozeboom, Sweet et Sabin (1954), ont étudié la transmission de la dengue par *Aedes polynesiensis*.

En Nouvelle-Calédonie, *Aedes (Ochlerotatus) vigilax* a été soupçonné de jouer le même rôle.

Ces recherches seraient à poursuivre. Il est possible que d'autres virus (encéphalites?) soient transmis par des Culicidae en Polynésie et en Mélanésie.

### BIBLIOGRAPHIE

- BACKHOUSE, T. C., BLACK, R. H. et DELAND, C. M., 1955: The transmission of filariasis. Australasian Medical Congress. *Med. J. Australia*, 2 (17): 687. — BACKHOUSE, T. C. et WOODHILL, A. R., 1954: Essais d'infestation de certains moustiques du groupe *scutellaris* par *Wuchereria bancrofti* de Nouvelle-Calédonie. C. P. S. (Commission du Pacifique Sud) Circ. Doc. techn. n° 11: 10 p. Nouméa. — BAHR (MANSON, P. H.), 1952: The clinical manifestations and ecology of Pacific filariasis. *Doc. Med. Geogr. Trop. Amsterdam* 4 (3): 193—204. — BELKIN, J. N., 1960: Communication personnelle *in litteris*. — BELKIN, J. N., KNIGHT, K. L. et ROZEBOOM, L. E., 1945: Anopheline mosquitoes of the Solomon

<sup>1</sup> Cf. Symposium on the evolution of arborvirus diseases. II. Ecological aspects of the evolution of mosquitoes-borne virus diseases by P. F. Mattingly — *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 1960, 54 (2): 90—134.

- Islands and New Hebrides. *Parasitology* 31 (4): 241—265. — BEYE, H. K., EDGAR, S. A., MILLE, R., KESSEL, J. F. et BAMBRIDGE, B., 1952: Preliminary observations on the prevalence, clinical manifestations and control of the filariasis in the Society Islands. *Amer. J. Trop. Med. Hyg.* 1 (4): 637—661. — BEYE, H. K., KESSEL, J. F., HEULS, J., THOORIS, G. et BAMBRIDGE, B., 1953: Nouvelles recherches sur l'importance, les manifestations cliniques et la lutte contre la filariose à Tahiti (Océanie française). *Bull. Soc. Path. exot.* 46 (1): 144—163. — BLACK, R. H., 1954: Quelques aspects du paludisme aux Nouvelles-Hébrides. C. P. S., Doc. techn. n° 60: 48 p. Nouméa. — BONNET, D. D. et CHAPMAN, H., 1958: The larval habitats of *Aedes polynesiensis* Marks in Tahiti and methods of control. *Amer. J. trop. Med. Hyg.* 7 (5): 512—517. — BONNET, D. D., KESSEL, J. F., KERREST, J. et CHAPMAN, H., 1956: Mosquito collections and dissections for evaluating the transmission of filariasis in Polynesia (Tahiti). *Ibid.* 5 (2): 378—379 et (6): 1093. — BYRD, E. E., 1945: Epidemiological investigations on filariasis on certain islands of the South Pacific area. *J. Parasitol.* 31, suppl. 13. — BYRD, E. E. et ST. AMANT, L. S., 1950 (?): Studies on the epidemiology of filariasis in Central and South Pacific Islands. Dept. U. S. NAVY, Wash. 220 p. polycopiées. — BUXTON, P. A. et HOPKINS, G. H. F., 1927: Researches in Polynesia and Melanesia. Part I—IV. *Lond. Sch. Hyg. Trop. Med. Mem.* 1: 79—220. — DAGGY, R. H., 1944: *Aedes scutellaris hebrideus* Edwards: a probable vector of dengue in the New Hebrides. *War Medicine*, Chicago, 5 (5): 292—293. — DESCHAMPS, H. et GUIART, J., 1957: Tahiti, Nouvelle-Calédonie, Nouvelles-Hébrides. Berger-Levrault, Paris: 1 vol. — EDWARDS, F. W., 1924: A synopsis of the adult mosquitoes of the Australasian Region. *Bull. ent. Res.* 14 (4): 351—401. — GALLIARD, H., 1957: Prophylaxie de la filariose à *Wuchereria bancrofti* à Tahiti. *Ann. Parasit. hum. comp.* 32 (3): 348—351. — GALLIARD, H., MILLE, R. et ROBINSON, W. H., 1949: La filariose à *Wuchereria bancrofti*, var. *pacifica* à Tahiti et dans l'archipel de la Société. *Ibid.* 24 (1—2): 30—48. — HERIVAUX, A., RONCIN, P. et DAO VAN THAI, 1939: Contribution à l'étude du paludisme des Nouvelles-Hébrides. Recherches effectuées à Port-Vila et alentours. *Ann. Méd. Pharm. col.* 37 (1): 40—62. — IYENGAR, M. O. T., 1954: Répartition de la filariose dans la région du Pacifique Sud. C. P. S. Doc. techn. 66: 52 p. Nouméa. — IYENGAR, M. O. T., 1954: Preliminary report on an investigation on filariasis in New Caledonia. Rapport inédit à la Commission du Pacifique Sud, Nouméa, Févr. 1954. — IYENGAR, M. O. T., 1955: Recherches sur la filariose en Nouvelle-Calédonie. *Bull. trim. C. P. S.* 5 (1): 74—76 Nouméa. — IYENGAR, M. O. T., 1954: Bibliographie analytique de la filariose et de l'éléphantiasis. I. Epidémiologie. C. P. S. Doc. techn. 65. — IYENGAR, M. O. T., 1956: II. Etudes sur les moustiques de la région du Pacifique Sud. *Ibid.* Doc. techn. 88. — IYENGAR, M. O. T., 1955: Distribution géographique des moustiques dans la région du Pacifique Sud. *Ibid.* Doc. techn. 86, 47 p. — IYENGAR, M. O. T., 1958: A brief review of the epidemiology of filariasis in the South Pacific Region. C. R. 6e Congrès Intern. de Médecine trop. et du Paludisme, Lisbonne. — IYENGAR, M. O. T. et MENON, M. A. U., 1956: Studies on filariasis in New Caledonia. C. P. S., Techn. Inform. Circ. n° 15: 3 p. — KERREST, J. M., 1952: Aspects épidémiologiques de la filariose de Bancroft en Nouvelle-Calédonie. *Bull. trim. C. P. S. Nouméa* 2 (3): 34—36. — KERREST, J. M., 1952: Aspects épidémiologiques de la filariose dans les territoires du Pacifique Sud. *Bull. Assoc. Méd. Nlle Caléd. Nouméa*, n° 17: 48—55. — KERREST, J. M., 1953 à 1954—1955: Rapport annuel de l'Institut de Recherches médicales de l'Océanie française. Papeete. — KESSEL, J. F., 1957: An effective program for the control of filariasis in Tahiti. *Bull. Org. mond. Santé, Genève* 16 (3): 633—664. — KESSEL, J. F., 1958: Epidemiology and control of filariasis (introduction and French Polynesia). C. R. 6e Congrès Intern. de Médecine Trop. et du Paludisme. Lisbonne. — KESSEL, J. F., THOORIS, G. C., BONNET, D. D. et KERREST, J., 1956: A program for the control of filariasis. *Amer. J. trop. Méd. Hyg.* 5 (2): 381. — KNIGHT, K. L., BOHART, R. M. et BOHART, G. E., 1944: Keys to the mosquitoes of the Australasian Region, including a synopsis of their distribution and breeding habits. Office of Medical Information, Nat. Res. Counc. Div. Med. Sci. (3) + 71 p. multigraph. — LACOUR, M. et RAGEAU, J., 1957: Enquête épidémiologique et entomologique sur la filariose de Bancroft en Nouvelle-Calédonie et dépendances. C. P. S. Doc. techn. 110: 24 p. — LAIGRET, J., 1956—1957—1958: Rapport annuel de l'Institut de Recherches médicales de la Polynésie française. Papeete. — LAIRD, M., 1954: A mosquito survey in New Caledonia and the Belep Islands, with new localities records for two species of *Culex*. *Bull. ent. Res.* 45 (2): 279—283. — LAIRD, M., 1954: *Anopheles* and malaria in Aneytium, New Hebrides. *Ibid.* 45 (2): 285—293. — LAIRD, M., 1955: Mosquitos and malaria in the hill country of the New Hebrides and Solomon Islands. *Ibid.* 46 (2): 275—289. — LAIRD, M., 1956: Studies of mosquitoes and fresh water ecology in the South Pacific. *Roy. Soc. N. Zealand, Wellington, Bull.* n° 6: 213 p. — LEE, D. J., 1944: An atlas of the mosquitoes larvae of the Australasian Region. Tribes Megarhinini and Culicini. *Austral. Milit. Forces Publ. Univ. Sydney (Zool.)*: 119 p. — LEE, D. J. et WOODHILL, A. R., 1944: The Anopheline mosquitoes of the Australasian Region. Dept. Zool. Publ. Univ. Sydney: 209 p. — MACKERRAS, I. M., 1946: Transmission of dengue fever by *Aedes (Stegomyia) scutellaris* Walk. in New Guinea. *Trans. R. Soc. Trop. Med.*

Hyg. 40 (3): 295—312. — MARKS, E. N., 1954: A review of the *Aedes scutellaris* subgroup with a study of variation in *Aedes pseudoscutellaris* (Theobald). Brit. Ms. (Nat. Hist.) Ent. Bull. 3, n° 10: 350—414. — MAUZE, J., 1946: Contribution à l'étude du paludisme dans les Nouvelles-Hébrides. Médecine trop. 6 (2): 109—138. — MILLS, A. R., 1954: Enquête médicale à Futuna. Bull. trim. C. P. S., Nouméa 4 (1): 65—73. — MILLS, A. R., 1954: A malaria survey of Futuna in the New Hebrides. J. Trop. Med. Hyg. 57 (5): 99—107. — PERRY, W. J., 1946: Keys to the larval and adult mosquitoes of Espiritu Santo (New Hebrides) with notes on their bionomics. Pan Pacif. Entom. 22 (1): 9—18. — PERRY, W. J., 1948: The dengue vector on New Caledonia, the New Hebrides and the Solomon Islands. Amer. J. Trop. Med. 28 (2): 253—259. — PERRY, W. J., 1949: Studies on *Mansonia xanthogaster* and its relation to filariasis in the South Pacific. J. Parasit. 35 (4): 379—382. — PERRY, W. J., 1950: The mosquitoes and mosquito-borne diseases on New Caledonia; an historic account: 1885—1946. Amer. J. Trop. Med. 30 (1): 103—114. — RAGEAU, J., 1956: Enquêtes entomologiques médicales et vétérinaires aux îles Loyauté et à l'île des Pins. Assoc. Méd. N. Caléd; n° spécial; 38 p. Nouméa. — RAGEAU, J., 1956 (1958): Inventaire des Arthropodes d'intérêt médical et vétérinaire dans les territoires français du Pacifique Sud. C. R. Xe Congr. Intern. Ent. 3: 873—882. — RAGEAU, J., 1958: La répartition géographique des moustiques en Nouvelle-Calédonie et dépendances. C. P. S., Doc. techn. 117, 18 p., 1 carte Nouméa. — RAGEAU, J., 1959a: Enquête sur la filariose à Wallis. O. R. S. T. O. M. — I. F. O., Nouméa: 37 p. — RAGEAU, J., 1959b: Rapport sur une mission d'entomologie médicale et vétérinaire en Polynésie française. O. R. S. T. O. M. — I. F. O. Nouméa: 41 p. — RAGEAU, J. et HAMON, J., 1957: *Aedes* (Dipt. Culicidae) appartenant au sous-genre *Mucidus* en Nouvelle-Calédonie. Bull. Soc. Path. exot. 50 (3): 372—378. — RAGEAU, J. et VERVENT, G., 1958a Possibilités de lutte contre les moustiques en Nouvelle-Calédonie. Assoc. Méd. N. Caléd. et O. R. S. T. O. M. — I. F. O. Nouméa: 16 p. — RAGEAU, J. et VERVENT, G., 1958b: Arthropodes d'intérêt médical ou vétérinaire aux Nouvelles-Hébrides. O. R. S. T. O. M. — I. F. O. Nouméa: 51 p. — RAGEAU, J. et VERVENT, G., 1959a: Enquête entomologique sur le paludisme aux Nouvelles-Hébrides. C. P. S. Doc. techn. 119: 33 p. — RAGEAU, J. et VERVENT, G., 1959b: Le genre *Taeniorhynchus* (Dipt. Culicidae) en Nouvelle-Calédonie et aux Nouvelles-Hébrides. Bull. Soc. Path. exot. 52 (3): 358—366. — ROSEN, L., 1952: Rapport inédit à l'Institut de Recherches médicales de l'Océanie française, Papeete (cité par Iyengar, 1954). — ROSEN, L., 1953: Mosquito vectors of human filariasis in Oceania. In Conférence sur la filariose et l'éléphantiasis dans le Pacifique Sud, Papeete (Tahiti). C. P. S. Nouméa: 9—26 (107 p.). — ROSEN, L., 1954a: Observations on *Dirofilaria immitis* in French Oceania. Ann. Trop. Med. Parasit. 48 (3): 318—328. — ROSEN, L., 1954b: Human filariasis in the Marquesas Islands. Amer. J. Trop. Med. 3 (4): 742—745. — ROSEN, L., 1955: Observations on the epidemiology of human filariasis in French Oceania. Amer. J. Hyg. 61 (2): 219—248. — ROSEN, L., ROZEBOOM, L. E., SWEET, B. H. et SABIN, A. B., 1954: The transmission of dengue by *Aedes polynesiensis* Marks. Amer. J. trop. Med. Hyg. 3 (5): 878—882. — TAYLOR, F. H., 1943: Dengue. Part II. Entomological. Austral. Dept. Health Serv. Publ. 4: 154 p. — WILLIAMS, F. X., 1943: Mosquitoes and some other noxious flies that occur in New Caledonia. Hawaii. Plant. Rec. 47 (4): 205—222.

## THE EXPERIMENTAL STUDY OF EXOPHILY IN MOSQUITOES

P. F. MATTINGLY

British Museum (Natural History)

### 1. Exophily and Resistance Population Genetics

Exophily may be defined as the avoidance, whether positive or negative, of the human domestic environment. Such are the misconceptions to which insect behaviour is commonly subject that any definition, other than a purely phenomenological one, would probably be misleading. In relation to disease exophily may be either for us, since it implies restriction of the possibilities for transmission, or against us, since it places the mosquito beyond the range of our most potent weapons, the residual insecticides. The situation is, however, more complicated than this. Endophily (negative



exophily) implies increased selection pressures which may lead to the emergence of insecticide resistance. In theory this type of resistance should be negatively correlated with exophily (Milani, 1958).

There is some evidence to suggest that a negative correlation does, in fact, occur although it is not yet conclusive. In at least three species of *Anopheles* resistance has signally failed to develop in areas where natural or induced exophily has been noted, although it has developed in the same species elsewhere. In *An. albimanus* a condition of man-made anophelism *sine* malaria has apparently resulted from the application of DDT to houses in certain villages in Panama (Trapido, 1952). At the same time these mosquitoes have failed to become resistant (Trapido, 1954) although they are said to have become resistant in El Salvador. *An. sundaicus* has become resistant to DDT in northern Java but in southern Java, where induced exophily has been claimed (Issaris & Sundararaman, 1954) it has failed to become resistant. Finally *An. gambiae* has become resistant to the BHC-Dieldrin group in several parts of West Africa, but in an area in East Africa where it shows natural exophily it has failed to become resistant (Gillies, 1956).

In general, mosquitoes seem likely to be most strongly man-adapted in parts of their range where the natural environment is suboptimal and it may be that resistance is more likely to develop in such areas than elsewhere.

The inaccessibility of exophilic mosquito populations is a major problem in the control of mosquito-borne disease, whether it be malaria in Africa or filariasis in the Pacific (Otto & Jachowski, 1958) or the virus diseases everywhere. On the other hand there are reasons for believing that exophily resulting from unconscious human intervention may have been responsible for the disappearance of malaria from Great Britain and some other parts of western Europe (Marshall, 1938, Weyer, 1956). With the substitution of the human dwelling place for the breeding place of the mosquito as the main focus of attack it may fairly be said to have become the central problem in the control of mosquito-borne disease.

## 2. The Behavioural Bases of Exophily

In considering the possibility of an experimental approach to the study of exophily account may reasonably be taken of the extensive, if unconscious, experiments in which human intervention of one kind or another has, or is believed to have, resulted in changes in the degree of exophily exhibited by mosquito populations. In the simplest case all that is claimed is an increased sensitivity to irritation by the insecticide resulting in a failure of the mosquito to rest on surfaces to which it has been applied. Davidson (1955) has suggested that this alone would be sufficient to account for failure to control *An. sundaicus* in southern Java. Issaris & Sundararaman (loc. cit.), on the other hand, seem to believe that the process has been carried further in this species and that selection by the insecticide has resulted in heritable changes in behaviour. There is an even stronger suggestion that this stage has been reached in the Panama *An. albimanus*. Here Brown (1958) was able to detect an apparently significant increase in DDT-excitability in the treated population as compared to an untreated population. He could not, however, believe that this change was great enough to account for the observed behavioural changes in their entirety. There are also other reasons for believing more extensive changes to have been induced. In particular the application of DDT seems to have resulted in a marked diminution in the percentage of *An. albimanus* found engorged with human blood, implying a change in feeding habits. It is, perhaps, not wholly unreasonable to suppose that the situation in *An. albimanus* may represent the continuation of a process observed in its initial stages in



*An. sundaicus* and that under favourable circumstances this could ultimately lead to the extreme condition of anophelism *sine* malaria found in northwest Europe. If this is accepted as a hypothesis it becomes pertinent to enquire how we may best approach the study of the behaviour changes involved.

During recent years it has become apparent that many activities of the adult mosquito are cyclical in nature. Rhythms have been demonstrated affecting biting, oviposition, swarming, general flight activity, entry into and exit from houses and ascent into and descent from the forest canopy. It was at first thought that these could be interpreted as direct responses to synchronous environmental fluctuations but it is now known that they are governed, at least in part, by endogenous or imposed timing mechanisms wholly or partly independent of immediate environmental change. The best studied of these is the remarkable oviposition rhythm in *Aedes aegypti* described in a series of papers by workers at the East African Virus Research Institute (Corbet *et al.*, 1960 etc.). The importance of this work is likely to become more and more apparent with the passage of time. The rhythm in question is dependent for its expression on the receipt of a light cue which may be short but must be of circumscribed duration. In constant light the rhythm breaks down. It is not claimed that the whole cycle is controlled by a rhythm of this kind. Egg maturation follows a temperature-dependent rhythm which is overridden by the oviposition rhythm only to the extent of determining at what time during the twenty-four hours the bulk of the eggs shall be laid. It is not known to what extent other cyclical activities are subject to comparable timing mechanisms. There is, however, evidence for a general activity rhythm of this kind in *Aë. africanus* (Bruce-Chwatt, 1950, McClelland, 1960) and Burgess (1959) has recently described a probing rhythm in *Aë. aegypti* which is apparently independent of variations in the physical environment.

The importance of these discoveries is threefold. In the first place they bring within the ambit of the laboratory scientist aspects of behaviour previously studied only in the field. Secondly they offer at least some promise of more strictly controlled studies of the genetics of behaviour than have so far been possible. It is not known whether there exist genetical variations with respect to activity rhythms but some unpublished experimental work suggests that there may and certain field observations seem to point in the same direction. Thus Haddow (1954) has observed a reversal of the biting cycle in *Anopheles implexus* in different parts of Uganda and Mattingly (1949) postulated the occurrence of superimposed "mirror-image" cycles in *Mensonina africana*. It is not impossible that the application of concepts of this kind to problems such as that of *An. albimanus* might revolutionise our thinking about the long term effects of residual insecticides on mosquito populations.

The third important implication of activity rhythms is connected with behaviour studies in the laboratory. Misinterpretations of behaviour in the field are notoriously easy. One example among many is the supposed preference by *An. gambiae* for unshaded breeding places (Thomson, 1951). Failure to detect an activity rhythm in the laboratory could lead to similar misconceptions but in the present state of our knowledge a hypothetical example must suffice. Wood (1959) has shown that in a suitably divided cage two DDT-resistant strains of *Aë. aegypti* tended to lay the bulk of their eggs in the dark half while two nonresistant strains tended to lay most of theirs in the light. These findings are capable of several interpretations. The most obvious would be that the dark half is more attractive to resistant strains but this need not, in fact, be so. To eliminate the factor of attractiveness altogether it is only necessary to postulate an entry and exit cycle into and out of either half, superimposed on an oviposition cycle of the kind already demonstrated. Reversal of the diel oviposition

rhythm as between the strains or even a shift in peak oviposition time of the order of one hour at the critical point in the entry-exit cycle might then be sufficient to explain the phenomena observed.

The true explanation may be quite otherwise, in the particular case considered, but the example will perhaps serve to illustrate how subjective interpretations may mislead. More important is the fact that Wood's results afford no possibility of choosing between a hypothesis based on diel rhythms and one based on direct response to environmental stimuli. It is suggested that future experiments of a similar kind ought always to be planned with this in mind.

## REFERENCES

- BROWN, A. W. A., 1958. Bull. Wld. Hlth. Org., 19: 1053. — BRUCE-CHWATT, L. J., 1950. J. trop. Med. Hyg., 53: 71. — BURGESS, L., 1959. Nature, Lond., 184: 1968. — CORBET, P. S., HADDOW, A. J. & GILLET, J. D., 1960. Ann. trop. Med. Parasit., 54: 156. — DAVIDSON, G., 1955. WHO working document, MH/AS/16. 15. — GILLIES, M. T., 1956. Bull. Wld. Hlth. Org., 15: 437. — HADDOW, A. J., 1954. Bull. ent. Res., 45: 199. — ISSARIS, P. C. & SUNDARAMAN, S., 1954. WHO working document, WHO/Mal/115, Taipei Conf./14. — MARSHALL, J. F., 1938. The British Mosquitoes. London. — MATTINGLY, P. G., 1949. Bull. ent. Res., 40: 149. — McCLELLAND, G. A. H., 1959. Ibid, 50: 227. — MILANI, R., 1958. Rep. PASB seminar on susceptibility of insects to insecticides, p. 193. — OTTO, G. F. & JACHOWSKI, L. A., 1955. WHO working document, Fil. /9. — THOMSON, R. C. M., 1951. Mosquito behaviour in relation to malaria transmission and control in the tropics. London. — TRAPIDO, H., 1952. Amer. J. trop. Med. Hyg., 1: 853. — TRAPIDO, H., 1954. Bull. Wld. Hlth. Org., 11: 885. — WEYER, F., 1956. Z. Tropenmed. u. Parasit., 7: 219. — WOOD, R. J., 1959. Ann. appl. Biol., 47: 620.

## DISCUSSION

O. HECHT: We can not yet know whether in some cases there may exist an inherent correlation between exophilism and physiologic resistance. But certainly a purely endophilic species is not only easily controlled by however, general residual house spraying. In case that there are differences with regard to individual susceptibility, the endophilism will facilitate the selection process by which a resistant strain is established. In Mexico *Anopheles (A.) pseudopunctipennis* became resistant to Dieldrin after the general spraying. Downs and Bordas had already previously observed that *A. pseudopunctipennis* in a semi-arid region enters the houses in the early morning and rests there the whole day. As the males of *A. pseudopunctipennis* also enter the houses in considerable numbers, the selection may act upon both males and females, establishing physiologic resistance more rapidly than in another species.

*A. (N.) albimanus* is a semi-endophilic species. We have the impression that it is determined by the availability of their hosts whether they enter houses in search for food or take their bloodmeal outside, and that their different behaviour as to whether they fly out immediately after having obtained a bloodmeal in the house, whether they fly out at dawn or take shelter in the houses during the following day, whether they rest in the lower part of the houses or only on high palmleaf-thatched roofs, depends on the type of construction, building material and microclimatic conditions.

The possibility that differences exist between individual mosquitoes which may lead to the establishment of more exophilic or more endophilic strains should not be excluded. But working on the problem of races with different behaviour, we must at the same time acquire a much more detailed knowledge of the behaviour itself and the stimuli which guide the mosquitoes to different places.

# THE USE OF EXTERNAL CHARACTERS TO AGE-GRADE ADULT MOSQUITOES (Diptera: Culicidae)

PHILIP S. CORBET

East African Virus Research Institute, Entebbe, Uganda

The use of external characters for age-grouping adult mosquitoes has been suggested in the past, but only recently have techniques developed whereby their value for this purpose can be determined precisely. The work reported here was undertaken to test the reliability of external characters as a means of recognising nulliparous females, with a view to reducing the time taken to age-grade large samples. The discoveries made by Polovodova, Detinova and others have now made it possible to determine by dissection how often species of *Anopheles* (6) and *Mansonioides* (1) have laid eggs, but the techniques involved are relatively slow and difficult, and if large numbers of mosquitoes are to be classified it is important to be able to recognise and discard nulliparous individuals as rapidly as possible, in order that time and effort may be concentrated on those that are parous. Recent work on mosquitoes in Uganda has shown that, in certain species, up to 90% of nullipars can be recognised on external characters alone (4).

## Parasitic mites

The use of hydrachnid mites for age-grading swamp-breeding mosquitoes was suggested by Gillett (8) on the grounds that, if the parasites were contracted by an adult mosquito only at emergence and were to leave it during its first oviposition, only nulliparous females would be infested. In *Mansonia* (*Mansonioides*) *africana* Theo., Gillett (8) supported his contention by demonstrating a close correlation between the presence of mites and an absence of external wear. Since then, attempts by other workers to determine the reliability of mites by dissection (6, 16) have shown that, whereas the great majority of infested females are nulliparous, mites occasionally occur on parous ones also.

In Uganda several species of mosquitoes are regularly infested with mites. Yet, although it has been confirmed that parous females sometimes carry mites, it has been found that the latter are either dead or else are apparently not hydrachnids (4). Female mosquitoes which bear living hydrachnids are almost always nulliparous, and it is considered likely that the few exceptions so far encountered were the result of initial failure to recognise those mites which were dead. Such characters as shape, pattern, colour, site of attachment and associated scars indicate the kind of mite, whereas its shape and colour can show whether it is alive or dead. In *Mansonia* (*Coquillettidia*) *fuscopennata* Theo. hydrachnid mites die on about 50% of infested females before their first oviposition, and these mites subsequently remain attached to the host. So, if the recognition of nullipars is to be reliable, mosquitoes bearing dead mites must be regarded as unclassifiable.

## External wear

Variation in external wear was suggested as a means of age-grouping by Perry (13) who, by recording the incidence of relict eggs (3) in female *Anopheles* (*Myzomyia*) *culicifacies* Giles, was able to demonstrate that the four grades of progressive wear he recognised also fell in sequence of increasing age. Though not sufficiently precise for the age of every individual in a sample to be determined, this method can be valuable if employed for recognising only those females so fresh as to be certainly nulliparous. The minimum amount of wear associated with the first oviposition can be assessed, and thereafter all individuals showing less wear can be classified as nulliparous. To be

Table I  
Classification of mosquitoes on external wear

Species	Totals examined	Percent. pre-classified as nulliparous	Total percent nulliparous calculated from:	
			Dissection of whole sample	Dissection after pre-classification
<i>M. metallica</i> ...	2727	84.41	92.78	92.85
<i>M. fraseri</i> .....	3583	88.86	94.89	94.92

used in this way, such a method requires initial trials to establish the level of minimum wear which is appropriate for the species concerned. After doing this for *Mansonia* (*Coquillettidia*) *metallica* Theo. and *M. (C.) fraseri* Theo., reliability tests were carried out. The results of these (Table I) show that the subsequent errors in classification were extremely small, and would have made a difference of only about 0.1% to the overall nulliparous rate for each species. In these samples the number of nulliparous mosquitoes dissected unnecessarily was reduced from about 93% to less than 9%. It is evident, however, that each species must be treated individually in assessing the amount and type of wear that is critical. In *Aedes*, for example, wing margins seem to provide a better guide to age than do the abdominal sternites, upon which most reliance is placed in the classification of *Mansonia*. That some at least of the abdominal wear is directly related to the act of oviposition is suggested by the fact that in species of *Coquillettidia*, which lay egg-rafts (*vide* 7), the wear is ventral, whereas in species of *Mansonioides*, which ovipost beneath floating leaves (*vide* 11), it is mainly dorsal.

Colour of integument

Colour changes associated with adult maturation are known to occur in certain other insects (*e. g.* *Schistocerca gregaria* Forsk. [10]) but, so far as I know, they have not yet been reported in mosquitoes. In *Mansonia* (*Coquillettidia*) *pseudoconopas* Theo. the colour of the thoracic pleura changes during adult life from apple-green to brownish yellow (4). If three progressive colour grades are recognised, all females in the first are nulliparous, and only about 22% remain in the second after having laid eggs once (Table II). In this species, green individuals can comprise up to 45% of samples, and therefore a classification based on colour is worth employing. It has been found also that most nullipars in the second colour grade can be recognised as such on abdominal wear, and that this often leaves only about 10% of a sample to be dissected. In *M. (C.) pseudoconopas* it is possible to use the presence of non-hydrachnid mites as an additional guide to age. Since these mites are small at the beginning

Table II  
Colour grades of *M. pseudoconopas*

Colour	Totals examined	Percent. parous	Percent. of total parous
Green .....	606	—	—
Pale green .....	754	1.9	21.5
Yellow.....	179	28.5	78.5
Totals .....	1539	4.2	(100.0)



of a gonotrophic cycle and large at the end of it, their size can often make certain an otherwise doubtful diagnosis. About 36% of *M. (C.) pseudoconopas* females, nulliparous and parous, bear this kind of mite.

Similar, though less obvious, colour changes occur in other mosquitoes. Females of *M. (C.) metallica*, *M. (C.) fuscopennata*, *Mansonia (Coquillettidia) aurites* Theo. gp., *M. (C.) fraseri* and *Culex (Culex) annulioris* Theo. which have greenish areas on the thorax or abdomen are nulliparous, and in *M. (C.) metallica* up to 26% of nullipars can be recognised in this way. In some other species, however, the colour change takes longer and is not always completed before the first oviposition.

### Presence of Meconium

In very young adults of certain mosquitoes with a pale integument (e.g. certain *Mansonia [Coquillettidia]* species) the brownish-green meconium (*vide* 12) is clearly visible through the abdominal wall in segments 4 and 5, and can be used to recognise younger nullipars. The main use of this character is in the classification of samples of resting mosquitoes, since those caught coming to bite seldom if ever retain the meconium. In resting catches, up to 34% of nulliparous *M. (C.) fraseri* can be recognised in this way.

### Conclusion

The possible use of mites and external wear for age-grouping has been mentioned in a recent review of the subject (6), but not recommended because no single character permits all of a sample to be classified. This view, however, is contrary to the principle of differential diagnosis already applied successfully to the age-grading of *Anopheles (Myzomyia) gambiae* Giles (9); and furthermore it does not take into account the great saving of time which results from being able to recognise a large proportion of nullipars without dissection. The present work on culicines demonstrates that systems of pre-classification should be employed wherever appropriate external characters can be found.

In conclusion, brief mention may be made of males, and also of certain other age-dependent characters indicated by studies in other fields of entomology.

It is well-known that the rotation of the terminalia can be used to recognise males less than about 24 hours old; but this seems the only useful character so far related to a time scale. Whereas it is probable that others, such as external wear, colour and the meconium, could be useful indicators, their value will be slight until some reliable age-dependent character can be found against which they can be calibrated.

For both sexes, there are several other changes which may possibly have some application in future age-grouping studies, or for which allowance may have to be made in work on mosquito behaviour. All are likely to be used more in the classification of whole samples than of individuals, and all require the use of controlled conditions for observation. Such changes, which may be expected to occur with increasing age, are listed below.

- (1) A decrease in expectation of life (*vide* 15).
- (2) A decrease in resistance to cold (*vide* 2).
- (3) A decrease in duration of flight to exhaustion (*vide* 17).
- (4) An increase in wing-stroke frequency (14).
- (5) Elicitation of mating in response to sound of a progressively higher frequency (14).
- (6) A decrease in resistance to insecticides (5).

## REFERENCES

- (1) BERTRAM, D. S., and SAMARAWICKREMA, W. A., 1958. Nature, Lond. 182: 444. — (2) BURNETT, G. F., 1957. Proc. R. ent. Soc. Lond. (A) 32: 53. — (3) CHRISTOPHERS, S. R., 1911. Paludism 2: 73. — (4) CORBET, P. S., 1960. Nature, Lond. 187: 525. — (5) DAVID, W. A. L., and BRACEY, P., 1946. Bull. ent. Res. 37: 177. — (6) DETINOVA, T. S., 1959. WHO Course in Advanced Entomological Techniques, London (Roneotyped). — (7) GILLET, J. D., 1946. Bull. ent. Res. 36: 425. — (8) GILLET, J. D., 1957. Ann. trop. Med. Parasit. 51: 151. — (9) GILLIES, M. T., 1958. Ann. trop. Med. Parasit. 52: 261. — (10) HAMILTON, A. G., 1958. Proc. Xth Int. Congr. Ent. 2: 343. — (11) LAURENCE, B. R., 1959. Proc. R. ent. Soc. Lond. (A) 34: 161. — (12) MER, G. G., 1936. Bull. ent. Res. 27: 351. — (13) PERRY, R. L., 1912. Paludism 5: 32. — (14) ROTH, L. M., 1948. Amer. Midl. Nat. 40: 265. — (15) WALOFF, N., 1958. Proc. Xth Int. Congr. Ent. 2: 675. — (16) WHARTON, R. H., 1959. Nature, Lond. 184: 830. — (17) WILLIAMS, C. M., BARNES, L. A., and SAWYER, W. H., 1943. Biol. Bull. Woods Hole 84: 263.

## SURVIVAL POTENTIAL OF HAEMAGOGUS EQUINUS THEOBALD ADULTS (Diptera: Culicidae)

P. A. WOKE

### ABSTRACT

The mosquito *Haemagogus equinus* Theobald is widely distributed in tropical America and the Caribbean. The species is believed to be an important sylvan vector of yellow fever. Knowledge of its potential lifespan is important to further research into the spreading of the virus and into control of the vector. An investigation was made to improve the opportunities for more individuals in a caged population of adults to live out their potential lifespans. Around 50 to 100 females and an approximately equal number of males were used in each of a series of 20 survivorship distribution trials. During each successive trial external causes of deaths were determined and in so far as possible eliminated. Atmospheric conditions were within the ranges found in a natural habitat. From trial to trial the 70% survival point was successively advanced from two days for males and six days for females in an early trial to about fifty days for males and sixty-four days for females in the most recent trial. The 90% survival point is about 33 days for males and 44 days for females. The maximum lifespan was increased from 11 days for males and 39 days for females to 107 days for males and 108 days for females. The experiments have now reached a stage which will permit analytical studies of the effects on survival of each individual factor. Further increases in the observable lifespan may be expected through continued research and improvements in maintenance conditions.

# PHYSIOLOGICAL STUDIES ON THE FEMALE REPRODUCTIVE SYSTEM OF *Aedes aegypti* (L)

JACK COLVARD JONES and THOMAS J. CURTIN

Department of Entomology, University of Maryland, College Park, Maryland, USA

## ABSTRACT

Continuous, rhythmic, asynchronous contractions of the ovaries of *Aedes aegypti* (L) are independent of age, nutritional and sexual status, and are not essential to the release of eggs into the oviducts. The oviducts are not continuously contractile.

Decapitation of fully gravid mosquitoes rapidly elicits egg laying but the number of eggs deposited is significantly fewer than normal. Removal of a large portion of the dorsal thorax does not elicit egg laying. When the ganglion in the fourth abdominal segment is severed the external genitalia make egg deposition movements but deposition of eggs is completely prevented in subsequently decapitated mosquitoes. Severing thoracic and other abdominal ganglia does not inhibit egg deposition after decapitation.

## EL PROBLEMA ENTOMOEPIDEMIOLOGICO DEL PALUDISMO EN LA ARGENTINA

EDUARDO DEL PONTE, Argentina

Del Departamento de Entomologia Sanitaria, Instituto Nacional de Microbiologia (Ministerio de Asistencia Social y Salud Pública) y Fac. Agronomia y Veterinaria, B. A.

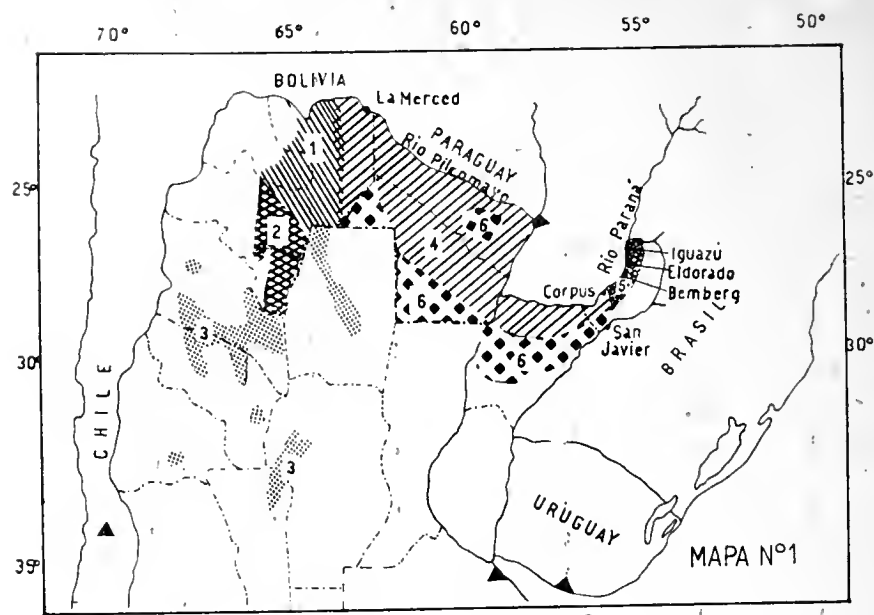
El paludismo argentino, que cubre gran parte de su región norte desde la provincia de Salta hasta la de Misiones (mapa N° 1), tiene caracteres de una endemia con picos epidémicos más o menos aislados entre sí, en lo que respecta a su ubicación y aparición, así como presentarse con diversas intensidades. Es la extremidad austral del paludismo sudamericano y quizá por ello su relativa benignidad.

Debido a la extensa zona cubierta, las características entomoepidemiológicas permiten considerar 3 tipos fisiográficos de paludismo (Bejarano), con distintos problemas sanitarios: 1) paludismo parandino, con la casi exclusiva trasmisión por *A. pseudopunctipennis*; 2) paludismo pam-pásico con trasmisión principal por *A. albitarsis* y *darlingi*; 3) paludismo misionero, también con aparente predominio de las mismas especies que en 2), pero en distintas condiciones fisiográficas.

### 1. Paludismo parandino

Está recostado sobre las laderas de los Andes, ocupando valles y alturas hasta 1.850 m (Bejarano, 1956), cubriendo unos 120.000 km<sup>2</sup>. Se extiende en América lo que el *pseudopunctipennis* (especie que llega hasta los E. U. A.) pero no en todos los países donde se encuentra, ella es la única o principal responsable de su difusión. Los índices esporozoítico y ooquistico conocidos en la Argentina son de 1,02 y 1,39 respectivamente.

En la Argentina, las capturas domiciliarias han dado siempre más del 95% sobre los otros Anofelinos, con abundantes individuos, pero también ha sido capturada al aire libre, con cebo animal. Es posible así, que haya dos poblaciones, no diferenciables morfológicamente, una de ellas con tendencias antropofílicas y endofílicas y otra, la



capturada con cebo animal, quizá preferentemente zoófila y exófila. La biología de la población endófila está bien conocida y debido a esta preferencia ha podido ser eficientemente atacada por el DDT. Por esta razón el paludismo parandino ha disminuido notablemente desde la aplicación intra-domiciliaria sistemática del DDT (desde IX-1947) hasta el punto de que se considera erradicado en algunas de las provincias antes palúdicas y, en otras, se ha interrumpido la transmisión de *Plasmodium*. (Ver cuadro n.º 1.)

Cuadro 1  
Casos Registrados de Paludismo — 1937—1957<sup>1, 2</sup>

	Promedio Anual 1937—46	1948 a, b	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957
Noroeste y centro											
Casos registrados .....	122.813	40.986	17.170	3.088	642	312	563	428	401	385	
Comprobación parasitológica...	—	—	—	569	642	312	563	428	401	385	143
en Salta <sup>b</sup> .....	—	—	—	233	554	199	245	156	199	255	
Litoral: Chaco, Formosa, Corrientes Santa Fé											
Casos registrados .....	4.579	2.026	932	120	879	659	109	67	23	3	
Comprobación parasitológica...	—	—	—		725	659	109	67	23	3	58
Misiones											
Casos registrados .....				67	441	362	24	4	0	0	
Comprobación <sup>2</sup> parasitológica...				67	441	362	24	4	0	2	0

<sup>1</sup> Ousset y col., 1956.  
<sup>2</sup> Min. Asist. Soc. Sal. Públ., 1958. Plan Errad. Palud.  
a) Desde 1948 se ha depurado el registro de enfermos, exigiéndose el control parasitológico. Desde 1949 se levanta una encuesta epidemiológica para cada enfermo.  
b) Ousset y col., 1956: cuadro 17. La aplicación de DDT comenzó en Setiembre de 1947.



En cuanto a la población aparentemente exófila y zoófila, conocemos muy poco sus características eco-etológicas, excepto de que puede capturarse con cebo humano o caballo, lejos de habitaciones humanas. Los criaderos conocidos no permiten diferenciar ambas poblaciones, así como tampoco existen registradas diferencias morfológicas para los adultos. Sería conveniente estudiar huevos y larvas de ambas procedencias. Tampoco poseemos datos sobre modificaciones numéricas en la población exófila que muy posiblemente no ha sido modificada por la mencionada aplicación de DDT.

*A. pseudopunctipennis* no ha mostrado hasta ahora signos ciertos de resistencia al DDT. Wiesmann (1955: tab. 1) señala que ella, según Hess (1952) y Pinotti (1951) presenta resistencia al DDT. Consideramos que ello es debido a un simple error de tabulación, pues no hemos encontrado este dato en dichos autores. Pinotti (1954) al hacer una reseña de los hallazgos sobre resistencia de insectos, indica que *pseudopunctipennis* no ha presentado tales características; lo mismo menciona Brown (1958) al acotar observaciones de Gahan, Downs y Celis (1949) y Downs, Celis y Gahan (1950) en Méjico. Por otra parte la aplicación del DDT en la Argentina, desde 1947 hasta la fecha, no ha mostrado la necesidad de modificar el sistema empleado. Sin embargo algunas experiencias registradas por la Organización Panamericana de la Salud (ex-Oficina Sanitaria Panamericana), no confirmadas, realizadas en Nicaragua y Perú, han llamado la atención sobre este problema.

Así el problema sanitario de este paludismo parandino, en la Argentina, se ha modificado esencialmente. Se mantiene siempre una atenta vigilancia, especialmente en aquellas provincias donde se acepta que sólo se ha interrumpido la transmisión de *Plasmodium* y no la erradicación de la enfermedad. Es la población endófila la que ha sido eliminada; no la exófila que, aparentemente, carece de importancia sanitaria.

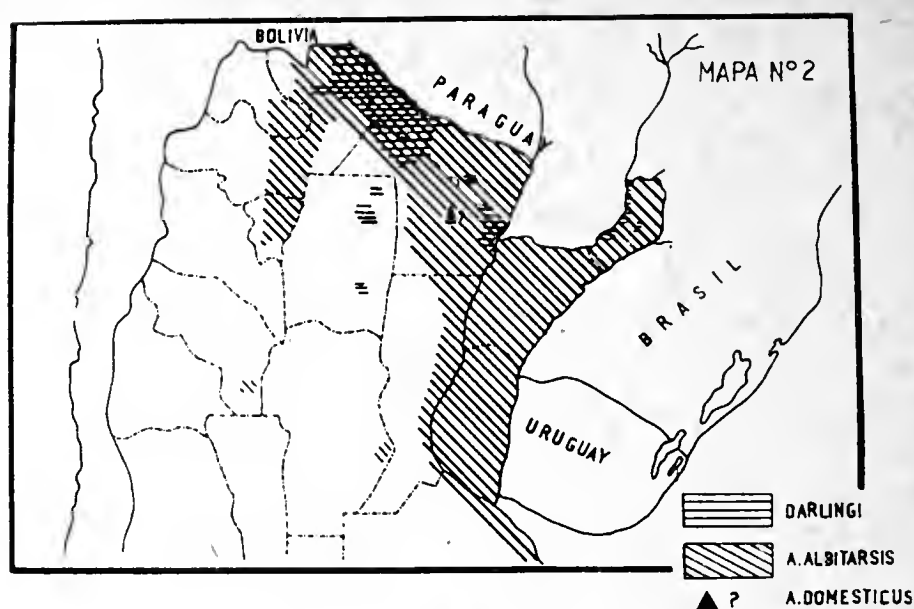
Esta comarca palúdica tiene importantes arrozales, excelentes criaderos para esta especie, y ello presentó serios inconvenientes en los años anteriores a la aplicación del DDT, obligando a dictar reglamentaciones especiales para su cultivo, especialmente obligando a realizar riegos intermitentes, para evitar la formación de estos criaderos preferenciales. En la actualidad se ha vuelto a encarar este problema, pues se teme que si se aplican insecticidas residuales en los arrozales, aparezca una resistencia altamente indeseable que obligue a cambiar métodos hasta ahora muy eficaces. El DDT mata las larvas de este anofelino en la proporción de  $1 : 50 \times 10^6$  (ppv) en 24 horas (Del Ponte, 1949).

Es posible que algunos de los casos todavía existentes en esta región parandina puedan atribuirse a especies de *Nyssorhynchus*, especialmente aquellos encontrados en el borde del área de distribución de *pseudopunctipennis*, pues ambos subgéneros (*Nyssorhynchus* y *Anopheles*) se superponen hacia el este de la provincia de Salta. Las especies sospechosas son *A. albitarsis* y *A. darlingi*.

## 2. Paludismo pampásico

El área cubierta por este tipo de malaria es más amplia que la anterior (aproximadamente 150.000 km<sup>2</sup>): se extiende desde el NE de la provincia de Salta hasta los ríos Paraná y Paraguay, abarcando la porción NW de la provincia de Corrientes y parte sur de la de Misiones. Toma una franja recostada sobre el río Pilcomayo, con una profundidad de cerca de 216 km al W y de 360 km al E. Consideramos que llega hasta el sur de Misiones, quizá limitado por una línea que une Corpus y San Javier y que por sus características fisiográficas actuales parece ser una prolongación del NE de Corrientes.

Los anofelinos responsables aparentemente son *A. (N.) albitarsis* y *A. (N.) darlingi* (mapa n.º 2). No podemos excluir, de manera absoluta, a otras especies del complejo



*aquasalis* (por ejemplo *triannulatus* y *davisi*, frecuentemente capturados con cebo humano y encontrados dentro de las habitaciones) ni tampoco, en caso positivo, valorar su importancia sanitaria. Se ha señalado para el Chaco la presencia de *A. albitarsis domesticus*; nosotros no hemos podido confirmar este hallazgo.

La gran extensión cubierta, aunque con un panorama fisiográfico muy similar en toda ella (bosques xerófilos con extensos bañados más o menos permanentes) tiene diferentes precipitaciones pluviales en el E y en el W, de manera que, muy posiblemente, ambas especies (*albitarsis* y *darlingi*) no tengan la misma influencia en ambos extremos: mayor importancia epidemiológica de *albitarsis* hacia el E y de *darlingi* hacia el W. En general las epidemias más llamativas se producen en la provincia de Chaco, la más afectada, en los meses de Abril a Junio.

*A. darlingi* se encuentra con relativa abundancia durante los brotes palúdicos del NE y NW de la zona pampásica (excepto Corrientes y Misiones) y aparentemente ausente en los periodos de calma, mientras que *albitarsis* es frecuente (adultos y larvas) en ambas ocasiones y en toda la zona considerada. Es así que la epidemias, por lo menos aquellas más intensas, parecen deberse principalmente a *darlingi* y la endemia mantenida por *albitarsis*. Sin embargo, después de grandes lluvia que forman extensos bañados en el Chaco, se suelen observar epidemias con ausencia de *darlingi* (por lo menos sin comprobación de su presencia) y con capturas positivas de *albitarsis* adultos, en domicilios.

Las disecciones hechas para comprobar la infestación de los *albitarsis* argentinos (incluyendo las recientemente realizadas por Garcia, Ronderos y Capri en La Merced; mayo de 1960) han sido siempre negativas, aunque debemos señalar que las disecciones hechas han sido siempre pocas. Pero las disecciones de *darlingi* han dado resultados positivos; para esta zona las únicas de que tenemos conocimiento han sido hechas por los investigadores arriba mencionados, en un paraje de la provincia de Salta (La Merced) próximo a la localidad de Santa Victoria Este, en el mes de mayo, encontrándose 11,76% de coquistes (6/51) y 8,33% de esporozoitos (4/48).

Los criaderos de *albitarsis* se encuentran fácilmente, no así los de *darlingi*. Parece que estas larvas, según observaciones inéditas de Bachmann en La Merced (junio de 1960) y que conviene confirmar, permanecen en el fondo de los criaderos durante mucho tiempo, huyendo rápidamente de la luz, lo que no sucede con las pupas, que generalmente no se investigan en las operaciones de rutina. Sin embargo ello no alcanza a explicar la ausencia de adultos en las capturas domiciliarias o con diversos cebos y de allí el nombre de « mosquito fantasma » que recibe en la Argentina y otros países americanos. *A. darlingi* no ha sido citada para la provincia de Corrientes; ello puede

deberse a defectos de búsqueda, pero en los pocos casos de pequeños brotes palúdicos correntinos se ha encontrado solamente *albitarsis*, tanto dentro de las casas como picando al aire libre.

El problema sanitario se complica con estas especies, pues ellas son encontradas tanto dentro como fuera de las habitaciones humanas (endofilia y exofilia) o picando al hombre o a animales (antropofilia y zoofilia). Ciertamente es que la gran mayoría de las habitaciones rurales son muy deficientes (« ranchos ») y es difícil determinar si los mosquitos capturados son endófilos o exófilos. Sin embargo la utilización intradomiciliaria del DDT ha permitido proteger numerosas poblaciones. No sabemos si en esta disminución ha habido una regresión natural de la epidemia (fenómeno ya comprobado en otras regiones del mundo) o si los repuntes de los años 1958—59 sean debidos a inconvenientes administrativos en la aplicación del DDT, pues en estos dos años dicho aumento llegó hasta el centro de Salta. En el Chaco se registraron 295 y 904 casos; en Formosa 77 y 755 y en Misiones, 1 y 47 respectivamente.

### 3. Paludismo misionero

La provincia de Misiones presenta desde Corpus-San Javier al norte, un paisaje muy distinto al de la zona pampásica y bastante semejante a la provincia tucumano-boloviana del NW argentino, debido a las grandes precipitaciones pluviales. Es una región muy ondulada, con el río Paraná hacia el W, que corre entre barrancas altas, de manera que la formación de bañados sólo se realiza cuando las crecientes de este río llegan a los 20 m de altura. El paludismo toma una franja de más o menos 10 km de profundidad, desde Corpus hasta Puerto Iguazú, con prolongaciones digitiformes hacia el interior de la provincia.

Los procesos epidémicos siempre han sido acompañados por *darlingi* y a veces han sido muy intensos como la epidemia rural de la zona de Bonpland, señalada por Del Ponte (1941) y otra de 1946, que tomó muchas poblaciones ribereñas, abarcando gran extensión y gran porcentaje de la población. La población de Misiones es, en su gran mayoría, prácticamente rural y Roffé (1950) ha observado frecuentemente a *darlingi* picando al aire libre o posado en las paredes exteriores de las casas que, casi siempre, son de madera. Los criaderos de *darlingi*, en Misiones, han sido encontrados en los grandes embalses del río Paraná, cubiertos por detritos, hojarascas y camalotes (Ousset y col., 1956); también en almadias estacionadas durante cierto tiempo en los puertos de dicho río. Durante los periodos epidémicos ésta es la única especie encontrada en forma llamativa en capturas intra y extra-domiciliarias, pero en los interepidémicos no ha sido registrada ni tampoco otros anofelinos con frecuencia llamativa o sospechosa. Debemos señalar que los casos registrados en 1949—51 fueron 870, mientras que en 1952—57 fueron 30, registrados parasitológicamente (Plan Errad., etc., 1958). En esta provincia se ha hecho una intensa cobertura con DDT. Dada la facilidad con que se conseguían sus adultos durante los periodos epidémicos, las disecciones hechas han sido más abundantes que en la zona pampásica: sobre un total de 358 disecciones (realizadas en febrero-marzo, años 1946, 1949 y 1950) se encontraron 7 con ooquistes (1,95%); no se encontraron esporozoitos. En dos puertos de Paraguay, frente a Puerto Iguazú, en 42 disecciones se encontraron 3 con ooquistes (7,1%); tampoco se encontraron esporozoitos (Lifschitz y col., 1946; Laguzzi, 1950; Roffé, 1950). Los valores máximos señalados por estos autores fueron de 6,6% para Bemberg (Misiones, Arg.) y de 7,4% para Puerto Bertoni (Paraguay). No se sabe que sucede durante los periodos interepidémicos.

Respecto a *darlingi* conviene hacer una referencia general en cuanto a su infestación en diversos países americanos. Los índices hallados son generalmente mayores que los

argentinos, llegando en algunos casos hasta el 28,20% de ooquistes (Bahia, Brasil; in Coutinho, 1947). En tales regiones el paludismo presenta una incidencia y gravedad mucho mayores que en Argentina. Se considera a este anofelino, en tales países, como un vector muy peligroso.

#### BIBLIOGRAFIA MENCIONADA

BEJARANO, J. F. R., 1956. Rev. San. Mil. Arg., LV (1): 7—24. — BROWN, A. W., 1958. W. H. O., Geneva. — COUTINHO, J. de O., 1947. Univ. S. Paulo, Brasil, Fac. Medic., Tesis. — Del PONTE, E., 1941. Fac. Med. B. Aires, Tesis (mimeógr.). — Del PONTE, E., 1946. Pr. Méd. Arg., 32: 1649—1657 y Rev. I. Bact., XIII (1): 95—106, B. A. — DOWNS, W. G., CELIS, S. H. y GAHAN, J. B., 1950. Am. J. Hyg., LII (3): 348—352. — GAHAN, J. B., DOWNS, W. G. y CELIS, S. H., 1949. Am. J. Hyg., XLIX (3): 285—289. — HESS, A. D., 1952. Amer. J. Trop. Med., II: 311—317. — LAGUZZI, S., 1950. Informe inéd. Min. Asist. Soc. S. Públ. B. Aires. — LIFCHITZ, J., UMANA, C. A. y VERGARA, J. J., 1946. An. Inst. Med. Reg., Tucumán, I (3): 349—355. — Min. Asist. Soc. Sal. Públ., B. Aires 1958. Plan Erradicación Paludismo (mimeógr.). — Organización Panam. Salud, 1960. Bol. Inf. n° 2. — OUSSET, J. H., TULA, L. A., LOPEZ MAÑÁN, C. E. y HEREDIA, R. L., 1956. Jorn. Entomoepid. Direc. Nac. Sal. Públ., B. Aires (mimeógr.). — PINOTTI, M., 1951. J. Nat. Mal. Soc., X: 162—181. — PINOTTI, M., 1954. Suppl. R. C. Inst. Sup. Sanità, Roma, 184—200 (también en Rev. Mal. Doenç. Trop., 1954, VI (4): 463—472; Brasil). — ROFFÉ, J., 1950. Mem. An. 1950, Min. Asist. Soc. Sal. Públ. (inf.), B. Aires. — WIESMANN, R., 1955. Mitt. a. d. Biol. Bund. f. Land- u. Forst., LXXXIII: 17—37, Berlin-Dahlem.

## RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET ÉCOLOGIQUE DES ANOPHÉLES AU CAMEROUN

J. MOUCHET et J. GARIOU

Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Institute de Recherches Scientifiques du Cameroun

A l'exception des faciès sahariens, toutes les zones de végétation de l'Afrique de l'Ouest sont représentées au Cameroun, du fond du Golfe de Guinée au Lac Tchad entre le 3° et 13° de latitude Nord; ce sont du Sud au Nord, différents types de forêt ombrophile et semi-ombrophile, auxquels succèdent des savanes post-forestières avec de nombreuses formations sylvestres; puis des savanes guinéennes plus ou moins modifiées par l'altitude et enfin des savanes soudano-sahéliennes de plus en plus xerophiles vers le Nord; des formations montagnardes, à affinités forestières couvrent les sommets du Sud-Ouest, alors que les massifs du Nord-Ouest ont une végétation steppique.

29 ou 30 espèces d'Anophèles sont connues au Cameroun; elles se groupent suivant leurs aires de répartition en:

E s p è c e s u b i q u i s t e s tant au Cameroun que sur l'ensemble de la région éthiopienne continentale dans des biotopes plus ou moins spécialisés. Ce sont: *A. gambiae* Giles, *A. funestus* Giles, *A. nili* Theobald, *A. wellcomei* Theobald, *A. hancocki* Edwards, *A. rhodesiensis* Theobald, *A. coustani* Laveran et *A. coustani* var *ziemanni* Grunberg, *A. brunnipes* Théo.; toutes ces formes sont communes à la forêt et à la savane, mais les deux premières sont nettement mieux adaptées au second de ces



milieux et ne pénètrent en forêt que dans les parties éclaircies: *A. implexus* Théo. semble plutôt spécial aux galeries forestières bien que signalé de forêt dense; en raison à sa vaste répartition sur le continent africain, nous le classons dans ce premier groupe.

Espèces savaniques peuplant les différents types de savanes à l'exclusion de la forêt. Ce sont: *A. longipalpis* Théo., *A. lesoni* Evans, *A. rivulorum* Leeson, *A. pharoensis* Théo., *A. squamosus* Théo., *A. pretoriensis* Théo., *A. rufipes* Gough, *A. macmahoni* Evans, *A. flavicosta* Edwards; à l'exception de la dernière espèce exclusivement Ouest-africaine, toutes ces formes sont répandues sur l'ensemble de la Région éthiopienne à l'exclusion des zones forestières de la sous-région occidentale.

Espèces montagnardes localisées dans les massifs du Sud-Ouest Cameroun et de l'Adamaoua. Ce sont: *A. buxtoni* Service (du groupe *ardensis*), *A. natalensis* Hill et Hayden, *A. demeilloni* Evans, *A. squamosus* var *cydippis* De Meillon. Toutes ces formes sont des espèces est-africaines ou très apparentées, à répartition très discontinue dans la partie occidentale de leur aire où elles peuvent être considérées comme des relictés.

Espèces forestières limitées à la zone de forêt dense et aux parties sylvestres des savanes postforestières. Ce sont: *A. hargreavesi* Evans, *A. cinctus* New. et Car., *A. obscurus* Grunberg, *A. paludis* Theo., *A. smithii* var *rageai* Mattingly et Adam, *A. jebudensis* Froud, *A. freetownensis* Evans, *A. moucheti* Evans. Ces espèces sont répandues dans toute la sous-région éthiopienne occidentale (sauf *A. moucheti*, limité à l'Afrique centrale) mais certaines dépassent assez largement cette sous-région (*A. paludis*, *A. obscurus*).

La présence d'*A. brohieri* Edwards, *A. marshalli mousinhoi* De Meillon et Pereira et *A. m. gibbinsi* Evans, bien que probable demande à être confirmée par de nouvelles récoltes; *A. maculipalpis* Giles est certainement présent quoique n'ayant pas encore été capturé.

Au point de vue biogéographique, les régions forestières et les savanes humides sont comprises dans la sous-région éthiopienne occidentale, alors que les zones soudano-sahéliennes se rattachent à la sous-région orientale. L'étude de la répartition des Anophèles ne peut que confirmer cette opinion. Les régions forestières présentent un peuplement original, comme nous l'avons vu, dont quelques espèces dépassent le cadre de la sous-région occidentale; mais en revanche de nombreuses espèces ubiquistes, apparemment plutôt oriento-africaines y ont pénétré et y sont plus ou moins bien adaptées. Les espèces de savanes (à une exception près) sont également très largement répandues dans toute la sous-région orientale: la faune savanique n'est en fait qu'une faune de l'est africain très appauvrie. Les montagnes de l'Ouest Cameroun bien que se trouvant géographiquement incluses dans la sous-région occidentale, ont également une faune est-africaine, plus riche que celle des savanes, malgré la pénétration de quelques éléments forestiers occidonto-africains.

Quatre espèces: *A. gambiae*, *A. funestus*, *A. moucheti*, et *A. nili* sont d'importants vecteurs de paludisme.

Cette note paraîtra *in extenso* avec les cartes de répartition qui l'accompagnent dans le «Bulletin de la Société de Pathologie exotique».

# MOSQUITOES BREEDING IN LATEX CUPS

## A PRELIMINARY SURVEY

ROBERT W. BURGESS

Liberian Institute of the American Foundation for Tropical Medicine Harbel, Liberia, West Africa

### Introduction

The importance of mosquitoes as transmitters of tropical diseases is well known. The location of breeding sites is therefore of considerable importance. Many West African mosquitoes breed in tree-holes, rock-holes, leaf axils, and similar locations. An additional such location is found in the rainwater accumulating in the cups used to collect latex from rubber trees.

On the Firestone Plantation, at Harbel, Liberia, W. Africa, rubber trees are tapped for periods ranging up to 28 days. Subsequently, and for a like period, the cups are turned upside-down and the trees are allowed to rest. Since occasional cups are not inverted and collect rainwater, they become quickly infested with mosquito larvae. After this was noted, a series of collections was made to determine what species of mosquitoes bred therein.

### Procedure

Since the accidentally upturned cups are not always filled with rainwater, and since the orientation of the cups as to light or shade, or eastern (early morning) or western (evening) exposure, might affect oviposition and subsequent breeding of certain species, the first series of cups was treated and oriented accordingly. These cups were attached to trees in selected locations within one grove. The cups, 5.5" x 3" were attached to the trees at a height of about 5'. This was somewhat higher than they are normally placed for tapping, and it was hoped that the position would prevent interference by tappers and passing persons. The cups were placed in pairs on the trees. Half of them were kept about three-fourths full by the addition of distilled water, while the remainder contained only naturally deposited rain water.

These "oriented" cups were in operation from May into September, 1958. However, in spite of precautions, they were constantly being emptied or disturbed by tappers or passers by. Therefore, collections from cups accidentally left upturned were made and continued until December. These cups were found in the plantation at large, in no particular location.

When collections were made from the six oriented cups, the larvae were strained out and those from each cup washed into an individual container. Afterwards, the strained water was returned to the same cups. Fresh water was also added to those containing distilled water, while nothing was added to the rainwater cups except in case of rain. Material from cups accidentally left upturned was simply dumped into a bucket, and all the larvae, water, and detritus returned to the laboratory for examination.

### Results

From the oriented cups, ten species of three genera were identified, as follows:

- |   |   |
|---|---|
| 1. <i>Aedes (Stegomyia) apicoargenteus</i>  | } Some of this group were found<br>in all locations |
| 2. <i>A. (S.) frazeri</i>   |   |
| 3. <i>A. (S.) schwetzi</i>  |   |
| 4. <i>A. (S.) aegypti</i> , also found in all locations   |   |
| 5. <i>A. (S.) simpsoni</i> , found in low numbers in all locations except those with western exposure |   |
| 6. <i>Culex nebulosus</i> , abundant in all cups except in deep shade                                 |   |
| 7. <i>C. macfieii</i> , fairly abundant when present; not found in rainwater or western exposure      |   |
| 8. <i>C. horridus</i> , rather rare; found only in distilled water with western exposure              |   |
| 9. <i>C. tritaeniorhynchus</i> , very rare; found only in rainwater with western exposure             |   |
| 10. <i>Eretmapodites chrysogaster</i> , fairly abundant in distilled water with eastern exposure.     |   |

Eight additional species were collected from the accidentally upturned cups, as follows:

1. *Aedes africanus*
2. *Culex ingrami*
3. *C. (Lutzia) tigripes*
4. *C. decens*
5. *Eretmapodites oedipodius*
6. *E. leucopus* (possibly in error)
7. *Toxorhynchites brevialpus*
8. *Anopheles gambiae*

The chronological appearance of certain species during the period of May to September is listed below:

*Aedes apicoargenteus* group: all months

*A. aegypti*: not taken during July or August

*A. simpsoni*: taken only during July and August

*Culex nebulosus*: taken every month

*C. macfieii*: taken every month

*C. horridus*: taken only in July

*Eretmapodites* spp.: taken June, July, and August.

The adults of a few species collected as larvae and reared in the laboratory were offered blood and the opportunity to mate and oviposit, with the following results:

*A. aegypti* fed readily on humans and deposited fertile eggs.

*A. apicoargenteus* s. s. fed lightly on humans, but no eggs were deposited.

*A. africanus* fed on humans, but (perhaps due to lack of opportunity) did not oviposit.

*A. simpsoni*, never abundant, has not fed.

*C. nebulosus* refused to feed day or night on humans or rabbits; in afternoon refused to feed on a chicken. Two fed on a lizard left overnight in the cage, but no eggs developed.

*C. macfieii* and *C. decens* would not feed on humans.

*Eretmapodites chrysogaster* fed on humans and deposited fertile eggs; was temporarily colonized.

### Discussion

The 18 species of 5 genera which were collected in these investigations are probably not the only species breeding in rubber cups; this investigation covers only a small portion of the Firestone Plantation. There are probably many species which breed in other locations and under ecological conditions not included in our collections.

As for relative numbers in single cups of the oriented series, they might not, in any case, be actually indicative of the numbers of adults present. One female of a rare *Culex* species might deposit an entire raft of eggs in one cup, giving the impression of abundance, while a relatively common *Aedes* may scatter its eggs a few at a time in several cups, creating, in any one cup, the impression of rarity.

In the collections from accidentally upturned cups, no attempt was made to determine relative numbers of larvae collected, nor the associations between species, since all cups were dumped into one container for transport to the laboratory. Furthermore, these containers were often crowded with hundreds of immature stages, from egg to pupa; and since, because of destruction by predacious larvae, accurate determination would be impossible. However, the predaceous larvae were removed as quickly as possible, and the other larvae identified as they reached the third or fourth stage.

In only one instance was *Anopheles gambiae* found in a rubber cup. Houses on the plantation are regularly sprayed, and since *A. gambiae* is therefore rather rare, and since it normally breeds in clearer and more exposed water than is found in latex cups, the fact that it was found but once is not strange.

W. PETERS: In the interior of Liberia (during 1953) 4 inch diameter enamel iron cups placed in tree and were colonised by *Aedes aegypti*, *Eretmapodites* spp. and *Toxorhynchites* spp. Although *Anopheles gambiae* was abundant in the area at that time none colonised the cups.

## WEITERE FELDBEOBACHTUNGEN ÜBER DAS VERHALTEN VON ANOPHELES (Nyssorhynchus) ALBIMANUS IN MEXICO

O. HECHT

Manuskript und Abstract nicht eingelangt.

## ESSAI D'ETUDE BIOLOGIQUE DE LA REMANENCE DU DDT DANS LA ZONE PILOTE DE LUTTE ANTIPALUDIQUE DE BOBO DIOULASSO (Haute volta)

A. RICKENBACH

Laboratoire d'Entomologie du Centre Muraz (Bobo Dioulasso, Haute Volta). Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer

La Zone Pilote de Lutte Antipaludique de Bobo Dioulasso a été créée en 1952. On y pratique les deux formules de house-spraying suivantes: DDT annuel dans 86 villages et DDT semestriel dans 18 villages. Le climat de type soudanien comporte deux saisons, sèche et humide. Le degré hygrométrique moyen est toujours supérieur à 50% et la température moyenne supérieure à 25°C. Les précipitations y sont de l'ordre de 1100 à 1200 mm par an.

Le DDT y est utilisé sous forme de poudre mouillable à 75%, à raison de 2,7 g de DDT 75% par m<sup>2</sup>.

Les habitations sont pour la plus grande partie des parallélipèdes à toit plat en terrasse reposant sur une armature de branchages très serrés. Les murs et le toit sont faits de briques de boue crue séchées au soleil. La paroi intérieure des murs est recouverte d'un enduit de terre crue ou rarement de ciment. L'enduit peut être rugueux ou lisse; dans ce dernier cas il est en général badigeonné à la chaux.



Nous avons poursuivi dans ces habitations de juillet à décembre 1959 une étude biologique de la rémanence du DDT.

Nous avons pour cela choisi quatre villages situés entre 15 et 40 kilomètres du Laboratoire. Dans deux de ces villages nous avons pris trois cases, dans les deux autres six, et dans chacune de ces cases nous avons choisi une pièce. A chaque test nous opérons sur un groupe de trois pièces. Les groupes étaient toujours les mêmes. Nous avons fait deux à trois tests par semaine sauf en cas de force majeure, par exemple pénurie de moustiques.

## 1. Technique

### a) Matériel

C'était celui fourni par l'Organisation Mondiale de la Santé: chambres d'exposition coniques, aspirateurs, gobelets de carton pour la mise en observation.

Nous avons utilisé des *Anopheles gambiae* femelles de première génération nourris sur eau sucrée et accessoirement des *Aedes aegypti* femelles pour comparaison.

### b) Transport

Les villages choisis étant assez éloignés du Laboratoire il nous a fallu prendre quelques précautions pour le transport des moustiques. Du Laboratoire au lieu du test ils étaient transportés dans une cage cubique de 18 cm de côté placée elle-même dans une boîte en contreplaqué, cubique également, sans couvercle, et garnie au fond d'un matelas de coton hydrophile cousu dans une poche en gaze. Ce coton était bien mouillé avant l'introduction de la cage. La boîte était fermée par un second matelas de coton entouré de gaze et maintenu par des cordons. Il était également mouillé avant le départ.

Pour transporter les gobelets de mise en observation nous avons fait fabriquer une caisse à tiroirs en contreplaqué. Chaque tiroir contenait deux gobelets. Au sortir des cônes les moustiques étaient introduits immédiatement dans les gobelets fermés d'un morceau de tulle moustiquaire maintenu par un élastique. Les gobelets étaient alors recouverts d'une gaze mouillée pliée en quatre. Si le trajet de retour était long ou s'il faisait très sec, la gaze était remouillée en cours de route.

Pour atténuer les secousses dues au mauvais état des pistes la boîte cubique contenant la cage, à l'aller, et la boîte à tiroirs, au retour, étaient tenues dans les bras par un auxiliaire africain.

### c) Exécution du test

Pour chaque test nous utilisons dix cônes: quatre étaient posés dans l'une des pièces, trois dans chacune des deux autres, toujours aux mêmes emplacements numérotés et marqués à la craie. De plus deux cônes témoins étaient placés dans la première pièce. Ils étaient posés contre le mur comme les autres, mais on glissait une feuille de papier entre eux et le mur.

Les murs des cases n'étant le plus souvent ni plans ni lisses il fallut coller sous le rebord basal des cônes une bande de plastique spongieux de 8 mm d'épaisseur qui assurait la bonne adaption du cône au mur. Les rubans adhésifs ne tenant pas sur les murs de terre crue, nous utilisons pour maintenir les cônes en place des piquets métalliques de 1,60 à 2 mètres de long environ (c'étaient d'anciens mâts de tentes) terminés par un cercle en fil de fer de même diamètre que la base du cône. Ce cercle en fil de fer était enfilé sur le cône et le maintenait plaqué contre le mur par la pression qu'il exerçait sur son rebord basal sous le poids du piquet posé obliquement.

Chaque cône était bouché avec un tampon de coton.

Nous mettons une quinzaine de moustiques par cône en une ou deux fois. Pour les introduire nous utilisons successivement deux aspirateurs en matière plastique, tout au moins en saison des pluies où la buée produite par le souffle de l'opérateur devenait gênante après cinq ou six utilisations successives en collant les moustiques sur les parois de l'aspirateur.

L'heure était notée à chaque introduction. On notait également la température et l'humidité relative dans l'une des pièces.

Le temps d'exposition était d'une demi-heure.

Pour extraire les moustiques des cônes nous utilisons des aspirateurs coudés en verre à raison d'un pour deux cônes, plus un pour les témoins. Nous nous étions en effet aperçus que le passage de quelques moustiques exposés dans un aspirateur suffisait à le contaminer et à augmenter notablement la mortalité dans les lots suivants.

Les moustiques étaient introduits dans les gobelets à raison du contenu d'un cône par gobelet.

## d) Mise en observation

Après retour au Laboratoire les moustiques étaient gardés en pièce climatisée à une température de 26 à 28°C avec une humidité relative de 90%.

Nous faisons deux lectures: la première six heures et la seconde vingt-quatre heures après la fin du contact.

## e) Décontamination du matériel

Après usage les cônes étaient lavés à l'alcool absolu, les aspirateurs, les gazes, le tulle moustiquaire et les gobelets au Teepol. Ces derniers étaient testés de temps à autre pour voir s'ils n'étaient pas restés contaminés. Ils étaient remplacés de toutes façons après huit ou neuf utilisations.

## 2. Résultats

a) Les taux de mortalité six heures et vingt-quatre heures après la fin du contact sont peu différents. Sur 5858 moustiques exposés la mortalité est de 63,20% au bout de six heures et de 61,50% au bout de vingt-quatre heures. La différence, 1,70%, bien que faible, paraît assez constante (au mois d'octobre elle était de 2,10%) et toujours dans le même sens.

b) A deux reprises nous avons eu l'occasion d'effectuer les tests juste après l'aspersion domiciliaire (deux jours dans un cas, un dans l'autre). La mortalité n'a pas été de 100% mais respectivement de 92 et de 93%.

c) Un test fait à Darsalamy I fin novembre avec *Aedes aegypti* a montré une mortalité moyenne de 82%, alors qu'un test fait quelques jours auparavant avec *Anopheles gambiae* dans le même village donnait une mortalité de 47%. Il semble donc qu'*Aedes aegypti* soit plus sensible au DDT qu'*Anopheles gambiae*.

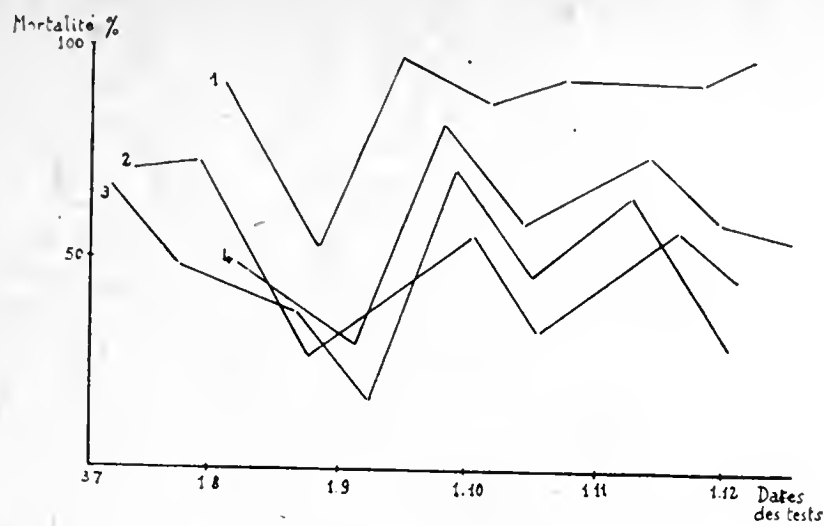
d) L'évolution de la mortalité ne put être suivie de bout en bout que dans quatre des villages. En ce qui concerne les deux autres il a fallu pour le premier remplacer l'une des pièces testées dont les murs avaient été recouverts intérieurement par son propriétaire d'un enduit de terre neuf, et dans l'autre, les tests ont d'abord été faits dans deux pièces, ensuite dans trois.

On s'aperçoit que les courbes de mortalité ont la même allure générale dans les quatre villages: fin août-début septembre une chute brutale des taux de mortalité se produit, suivie dans la deuxième quinzaine de septembre d'une remontée non moins vive. Ensuite vient en octobre une seconde baisse des taux de mortalité, beaucoup moins importante que la première. En novembre et décembre les courbes diffèrent d'une pièce à l'autre mais les courbes moyennes par village montrent encore le même profil.

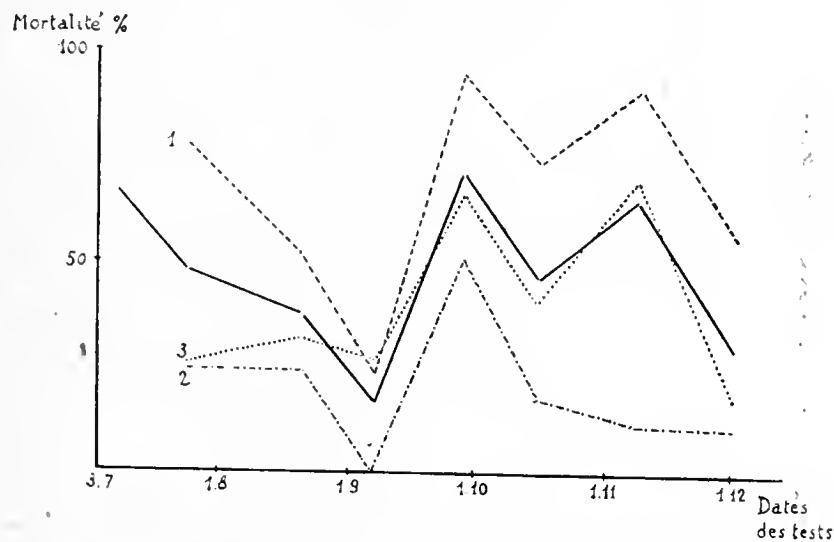
## A quoi sont dues ces variations?

Nous avons dressé la courbe de pluviométrie à Bobo Dioulasso de juillet à décembre, semaine par semaine, en totalisant les précipitations quotidiennes. Nous avons d'autre part dressé une courbe moyenne de mortalité pour les quatre villages. Pour cela nous avons groupé les résultats des tests par quinzaine et calculé pour chaque quinzaine la moyenne des mortalités pour l'ensemble des quatre villages. Sur le graphique 3 cette moyenne a été portée en abscisse au milieu de la quinzaine considérée. Enfin nous avons tracé les courbes de l'humidité relative et de la température à l'intérieur des cases.

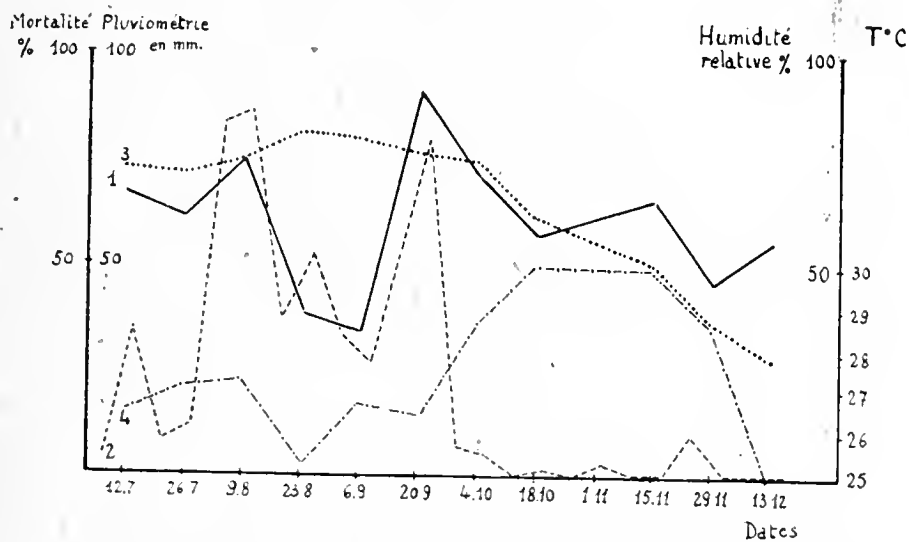
On sait que le DDT, surtout les plus fines particules, est sorbé très rapidement par les parois poreuses, en particulier par les boues sèches latéritiques, et se concentre immédiatement au-dessous de la surface traitée (Barlow et Hadaway 1956, Hadaway et Barlow 1952). Mais ce DDT sorbé diffuse ensuite à l'intérieur des parois et ce d'autant plus vite que l'humidité relative est plus élevée (Barlow et Hadaway 1956, Busvine 1957, Hadaway et Barlow 1952). Une partie du DDT sorbé doit donc réapparaître à la surface de la paroi traitée.



Graphique 1: Mortalités moyennes par village et par test. 1: Banouaradougou II, 2: Yegresso, 3: Darsalamy I, 4: Karankasso.



Graphique 2: Mortalités par pièce et par test à Darsalamy I. 1, 2, 3: numéros des pièces, 4: moyenne.



Graphique 3: Mortalité moyenne par quinzaine pour l'ensemble des quatre villages (1), Pluviométrie totale par semaine (2), Humidité relative (3), Température (4).

La mortalité devrait donc augmenter en même temps que l'humidité relative. Or c'est le contraire que nous observons (Graphique 3). Par contre la mortalité paraît suivre la courbe des pluies, les mortalités les plus basses correspondant à une baisse de la pluviométrie. Burnett en 1957 avait déjà noté cette relation.

L'explication pourrait être la suivante: aux mortalités les plus basses correspondent les humidités relatives les plus élevées, mais aussi des températures basses. Or si les humidités relatives élevées ralentissent la sorption et accroissent la diffusion (Hadaway et Barlow 1952, Busvine 1957), les températures basses augmentent la sorption (Busvine 1957). On peut penser que c'est ici l'action de la température qui prédomine. Les très

Tableau 1

Relevé des mortalités par pièce et par village, test par test

Date du test	T °C	Humidité relative %	Mortalité Témoins %	Traité le	Mortalité corrigée %			
					Pièce I	Pièce II	Pièce III	Moyenne
Village Yegresso								
13. 7. 59	27,6	73	25	25. 6. 59	—	—	—	71
29. 7. 59	27,8	72	15		49	91	96	73
24. 8. 59	25,2	82	4		8	34	49	27
11. 9. 59	27,4	79	0		12	86	84	54
2. 10. 59	29,0	69	3		26	78	72	56
19. 10. 59	30,2	59	9		0	80	—	38
20. 11. 59	30,8	45	5		21	72	92	58
4. 12. 59	29,2	32	3		13	48	90	46
Village Banouaradougou I								
20. 7. 59	28,0	70	5	24. 4. 59	77	69	42	64
31. 7. 59	29,0	72	5		72	71	44	63
9. 9. 59	29,2	79	5		66	56	27	51
18. 9. 59	26,2	83	3		86	67	14	59
7. 10. 59	30,2	59	14		64	59	24	51
16. 11. 59	30,1	56	5		31	93 (II')	65	59
23. 11. 59	29,2	45	6		23	67 (II')	40	39
9. 12. 59	27,0	31	10	24. 11. 59	100	100 (II')	92	98
Village Banouaradougou II								
3. 8. 59	27,0	78	8	1. 8. 59	85	95	95	92
26. 8. 59	25,7	80	5		42	78	40	53
14. 9. 59	25,4	83	14		100	100	98	99
5. 10. 59	29,6	78	10		78	100	86	87
23. 10. 59	28,7	72	14		84	100	100	94
25. 11. 59	29,6	60	24	24. 11. 59	89	100	95	93
7. 12. 59	26,2	43	9		96	100	100	99
Village Darsalamy I								
8. 7. 59	25,5	73	0	12. 2. 59	—	—	—	67
24. 7. 59	26,6	72	8		78	25	26	48
21. 8. 59	25,0	80	0		52	25	32	38
7. 9. 59	24,8	84	11		24	0	27	17
28. 9. 59	27,6	77	7		95	51	67	72
16. 10. 59	30,4	61	3		74	19	41	47
9. 11. 59	29,4	54	9		92	12	70	63
2. 12. 59	27,4	37	3		56	11	18	30
Village Darsalamy II								
5. 8. 59	26,6	75	10	12. 2. 59	9	—	86	57
31. 8. 59	27,2	77	7		14	—	75	53
22. 9. 59	30,1	68	19		0	—	100	61
10. 10. 59	29,0	66	17		5	—	95	61
18. 11. 59	30,4	48	3		16	27	81	39
27. 11. 59	27,6	47	3		7	41	44	30
15. 12. 59	25,0	21	8		14	10	51	23
Village Karankasso								
7. 8. 59	27,6	73	15	28. 1. 59	61	28	54	49
4. 9. 59	28,0	77	12		50	8	24	30
25. 9. 59	27,8	72	14		82	77	87	82
14. 10. 59	30,6	57	9		52	49	76	58
13. 11. 59	29,4	53	16		74	69	85	75
30. 11. 59	28,4	25	7		49	74	55	60
17. 12. 59	23,8	15	11		51	73	45	56



importantes chutes de pluie provoqueraient un apport massif d'eau à l'intérieur des murs, entraînant une diffusion rapide mais fugace du DDT vers la surface traitée; les mortalités seraient alors maximum.

En fin de saison des pluies et début de saison sèche, après la baisse des taux de mortalité due à la chute de l'humidité relative et de la pluviométrie, un certain équilibre des phénomènes de sorption et de diffusion s'établirait, du à la compensation de l'effet de la baisse de l'humidité relative par celui de l'accroissement de la température.

e) Il y a des variations importantes d'une pièce à l'autre dans un même village et d'un point à un autre dans une même pièce. Elles sont dues naturellement aux phénomènes de sorption liés à la nature physico-chimique du substrat, et à la qualité de l'aspersion, mais aussi à la dégradation des murs de terre crue qui s'effritent en vieillissant, entraînant le DDT.

### BIBLIOGRAPHIE

- ARMSTRONG, J. A.: Epreuve biologique des dépôts d'insecticides sur les murs et interprétation des résultats. Doc. O. M. S., Afr/Symp. Pest/9, 1959. — ARMSTRONG, J. A. et BRANSBY-WILLIAMS, W. R.: Rapport sur l'utilisation du nécessaire O. M. S. d'épreuve de moustiques adultes pour l'essai biologique de dépôts d'insecticides sur des surfaces murales. Doc. O. M. S., Com. Exp. Insect., n° 10 Add. 1, 1959. — BARLOW, F. et HADAWAY, A. B.: Preliminary notes on the loss of DDT and Gammexane by absorption. Bull. Ent. Res., 38, 2, 1947. — BARLOW, F. et HADAWAY, A. B.: Studies on aqueous suspensions of insecticides II-quantitative determination of weights of DDT picked up retained. Bull. Ent. Res., 42, pp. 769—777, 1951. — BARLOW, F. et HADAWAY, A. B.: Studies on aqueous suspensions of insecticides-V-The sorption of insecticides by soils. Bull. Ent. Res. 46, pp. 547—559, 1956. — BUSVINE, J. R.: A critical review of the techniques for testing insecticides. Commonwealth Institute of Entomology, London, 1957. — BURNETT, G. F.: Trials of residual insecticides against Anophelines in African-type huts. Bull. Ent. Res., 48, pp. 631—668, 1957. — HADAWAY, A. B. et BARLOW, F.: Studies on aqueous suspensions of insecticides-III-Factors affecting the persistence of some synthetic insecticides. Bull. Ent. Res., 43, pp. 281—311, 1952. — HADAWAY, A. B. et BARLOW, F.: Effect of changes in humidity on the toxicity and distribution of insecticides sorbed by some dried soils. Nature, 178, pp. 1299—1300, 1956.

## TRAPS FOR THE STUDY OF BITING FLIES IN AFRICA

K. R. S. MORRIS. D. Sc.

### ABSTRACT

In primitive countries, such as Africa, the main problems hindering development and progress are often of a biological nature, the pests attacking plants or animals, the diseases carried by insects vectors. Effective control can be gained only after intensive study of the insect or other pest in the field, yet for making these studies one is often reliant on staff drawn from primitive, backward and poorly educated people. To overcome this difficulty, when working on the tsetse fly, *Glossina*, as a vector of human and animal trypanosomiasis, the author developed a trap, which proved effective for surveying the distribution and incidence of various species of *Glossina* and for making field studies in their biology. The traps, being largely mechanical, reduce to a minimum that unpredictable variable, the human observer, a point of especial importance under African conditions. Population samples obtained by trapping, therefore, have a degree of standardisation and reliability unobtainable with teams of human observers, particularly when, as in all ecological work, the samples have to be taken over a wide and variable terrain and over long periods of time. Experimental work in the Gold Coast (Ghana), Uganda and Liberia showed overmore, that trap samples were more reliable, and approximated more closely to the true numbers of insects present than did those taken by fly-boys, particularly for certain man-shy species of *Glossina*. The same traps were also effective in sampling the distribution and seasonal incidence of a number of genera and species in the *Tabanidae*.

# THE NATURAL HOSTS OF GLOSSINA

J. M. B. HARLEY

East African Trypanosomiasis Research Organization, Tororo, Uganda

The technique of the precipitin test was improved by Weitz (1952) who succeeded in making specific antisera for many potential hosts of *Glossina*. He later developed the less laborious inhibition test which could also distinguish between closely related species under suitable conditions (Weitz, 1956). Using a combination of these two methods he is now able to make reliable determinations of the blood meals of *Glossina* and other blood-sucking arthropods.

The main results of the blood meal identifications for eastern Africa are given by Weitz and Glasgow (1956) and Glasgow *et al.* (1958) and some others by Weitz *et al.* (1958), Harley and Jewell (1958) and Pilson and Harley (1959). A brief summary of the findings is given below.

*G. morsitans*, an important and widespread species, is the one most thoroughly studied in this respect, both in total number of identifications made and also in the number of localities sampled. It usually occurs where there is a large variety of potential hosts including many of the larger game animals. In all except four samples warthog is the predominant host of this species from the Sudan through British East Africa to Southern Rhodesia and also in Nigeria (Jordan *et al.*). Between 20 and 60% of individual samples were positive to this one mammal, a remarkable finding in view of the widely different areas from which the samples were collected. It is also of interest that, while a number of other mammals are commonly fed on, others are rarely if ever bitten even where they appear numerous to the observer. Included in this category are zebra, hartebeeste, topi and dikdik.

*G. swynnertoni* is closely related to *G. morsitans* and also occurs where there is a variety of potential hosts. Large numbers of blood meals of this species have been collected but the majority are derived from one area in Tanganyika with a smaller number from a game reserve in Kenya. The feeding pattern is similar to that of *G. morsitans* and several mammal species are commonly bitten, although again some of those present are apparently never fed on. Warthog is of even greater importance to this species and is responsible for between 40 and 80% of the meals in different samples.

Only four samples from *G. pallidipes* have been identified. In two of these bushbuck was predominant, accounting for 90 and 96% of the meals. In the third 93% had fed on warthog, this sample being taken from the same area as the *G. swynnertoni* collections, while in the fourth a greater variety of hosts were identified of which eland and hippopotamus were the most commonly bitten.

In contrast to these results reptiles provided a large proportion of the food of *G. palpalis* and, in one locality, the sole source. Bushbuck, birds and reptiles were of approximately equal importance in a second area while in West Africa Jordan *et al.* (1958) found that reptiles were most commonly bitten with man second and bovids third.

Two other species for which data are available are *G. longipennis* and *G. austeni*. The former had fed largely on rhinoceros in two areas, although one of the samples was very small, while bushpig was the predominant host of a single sample of *G. austeni*.

It is clear therefore that the Suidae and bushbuck are the major hosts of *Glossina* in eastern Africa and it is interesting that the same general conclusion holds for several of the West African species (Jordan *et al.*, 1958).

In the study of trypanosomiasis wild animals are of importance both as hosts of *Glossina* and as reservoirs of the disease. The main vectors of the human sleeping sickness caused by *Trypanosoma rhodesiense* are *G. morsitans* and *G. pallidipes* although *G. swynnertoni* and *G. palpalis* are also implicated. It has long been suspected that a reservoir of the disease occurred in wild animals but the existence of such a reservoir was only recently proved when Heisch *et al.* (1958) succeeded in isolating a strain of this trypanosome from a bushbuck, in an area in Kenya where *G. pallidipes* was a proved vector. This finding emphasises the importance of bushbuck as one of the major hosts of this species of tsetse. This, however, is the only known isolation of *T. rhodesiense* from a wild animal and further data are required before the relative importance of different species of animals as reservoirs can be assessed. The second trypanosome pathogenic to man, *T. gambiense*, is considered in most areas to be transmitted from man to man without a wild animal reservoir and this parasite has not yet been isolated from a wild animal. Evidence from the blood meal results that *G. palpalis*, the vector of this trypanosome, feeds readily on man where available is in agreement with this conclusion.

The natural reservoir of trypanosomes pathogenic to domestic stock is rather better known and it appears that most of the larger mammals are implicated although the proportions of the different mammals infected varies considerably. Ashcroft (1959) in considering the data from a number of areas showed that waterbuck had the highest incidence of infection. He also found that the incidence of the disease in the various species of mammals is broadly what would be expected from a consideration of the frequency with which they are bitten and their susceptibility to the disease. However, it seems that despite a fairly low natural incidence, warthog is the most important reservoir of these trypanosomes in areas inhabited by *G. morsitans* and *G. swynnertoni* because of the high proportion of meals taken from this animal.

The tests of susceptibility of several species of mammals to *T. rhodesiense* and *T. brucei* carried out by Ashcroft *et al.* (1959) showed that some, such as Thomson's gazelle, dikdik, jackal, serval cat and monkey, were usually killed by the infection. This supports conclusions from the blood meal results that these animals are rarely, if ever, bitten by *Glossina* in the field as it would otherwise be extremely unlikely that they could survive in tsetse belts. Warthog and bushpig could be infected but the parasitaemia was extremely low and the disease caused no apparent discomfort to the animals.

The explanation of the high incidence of feeding on certain mammals in areas where a wide variety is present, and the very few meals from other species, presents a very interesting problem on which few data are at present available. This pattern of feeding could be the result of a choice exercised by the tsetse or of a greater availability of certain mammals, either because they are present in greater density or because their habits bring them into a closer association with *Glossina*.

Such evidence as we have does not support the hypothesis that the mammals most commonly bitten are present in greater density. Thus Weitz and Jackson (1955) found that only 10% of the spoor recorded in one area were made by Suidae on which 60% of the *G. morsitans* had fed. Bovidae accounted for 84% of the spoor but only 39% of the blood meals. Spoor records elsewhere and the numbers of animals shot in game eradication schemes directed at eliminating *G. morsitans* also indicate that warthog frequently form only a small proportion of the mammal population present. Other reasons for the discrepancy must therefore be sought.

Whether or not a choice is exercised by *Glossina*, the behaviour of the different mammals must be a major factor in determining to what extent they are utilized as hosts. In all areas inhabited by tsetse several different types of vegetation can be



recognized. Tsetse tend to concentrate in certain types and to avoid others. The distribution of mammals is also governed by vegetation and topography. The extreme case is that of some of the plains game, such as wildebeeste and gazelles, which inhabit only very open areas and thus can only rarely come into contact with *Glossina*. Again, many of the larger mammals live in herds and are subject to daily and seasonal movements. Others, including warthog, bushpig and bushbuck, are non-migratory and are either solitary or associate in small family parties. They are thus more evenly distributed over a given area and would appear a more reliable source of food and also more available.

*Glossina swynnertoni*, both in the laboratory and in the field feeds more readily in the shade than in the open. Several mammals, for example warthog, bushbuck and buffalo, on which a high proportion of tsetse feed, frequently lie up in the shade during part of the day and may thus be more liable to attack. Other mammals, including zebra, hartebeeste, eland and impala, which are rarely bitten, do not exhibit this behaviour. It is also likely that the more or less nocturnal animals such as bushpig, ant-bear and porcupine, which are occasionally bitten by the diurnal *G. morsitans*, are exposed while asleep during the day.

On the other hand, similar periods of activity may also bring particular *Glossina* species into greater contact with certain potential hosts. The very marked predominance of rhinoceros blood in *G. longipennis* could well be the result of the crepuscular and nocturnal activity exhibited by both tsetse and host.

There is some evidence that a choice may be exercised by *Glossina* and certain mammals selected in preference to others. Thus the addition of a bait ox to the usual fly-boy catching party results in a greatly increased catch of *G. pallidipes*, *G. austeni* and *G. brevipalpis* and it would seem that ox is more attractive than man (Swynnerton, 1936). Also, Vanderplank (1944) tethered several animals along a path and compared the number of *G. pallidipes* attracted to each, finding that they could be arranged in four groups according to the intensity of attack. Dog, ox and porcupine attracted the greatest numbers; the second group comprised domestic pig and sheep, the third, man and baboon and the fourth, on which no tsetse were caught, included serval cat, lion and jackal. The agreement of this grouping with the known feeding pattern of this species is not particularly close and further experiments of this nature using other mammals would be valuable. Experiments with *G. swynnertoni*, however, do not support the conclusion that a choice is exercised. Here the addition of a warthog to a fly-boy party did not result in an increased catch (Johns and Hilton, 1958). In another experiment there was no difference in the numbers caught on a warthog and a young ox when these were compared in the field (Harley, 1959). These findings are surprising in view of the high proportion of this species that feeds on warthog in the area where these experiments were carried out.

In conclusion, it is clear from the results of blood meal determinations carried out over the last few years that a complex relationship exists between *Glossina* and their host animals which would repay further study, particularly in relation to the transmission of trypanosomiasis.

#### REFERENCES

- ASHCROFT, M. T. (1959). E. Afric. Med. J., 36, 289—297. — ASHCROFT, M. T., BURTT, E. and FAIRBAIRN, H. (1959). Ann. trop. Med. Parasit., 53, 147—161. — GLASGOW, J. P., ISHERWOOD, F., LEE-JONES, F. and WEITZ, B. (1958). J. anim. Ecol., 27, 59—69. — HARLEY, J. M. B. and JEWELL, G. R. (1958). East African Trypanosomiasis Research Organization. Annual Report, 1956—57. Nairobi, 55—57. — HARLEY, J. M. B. (1959). East African Trypanosomiasis Research Organization. Annual Report, 1958. Nairobi, 38—39. — HEISCH, R. B., McMAHON, J. P. and MANSON-BAHR, T. E. C. (1958). Brit.



Med. J., Nov. 15, p. 1203. — JORDAN, A. M., PAGE, W. A. and McDONALD, W. A. (1958). International Scientific Committee for Trypanosomiasis Research. 7th Meeting, Brussels, 1958, 315—317. — JOHNS, D. L. and HILTON, W. A. (1958). East African Trypanosomiasis Research Organization. Annual Report, 1956—57. Nairobi. 70—71. — PILSON, R. D. and HARLEY, J. M. B. (1959). East African Trypanosomiasis Research Organization. Annual Report, 1958. Nairobi. 55—56. — SWYNNERTON, C. F. M. (1936). Trans. R. ent. Soc. Lond., 84, 1—579. — VANDERPLANK, F. L. (1944). J. anim. Ecol., 13, 39—48. — WEITZ, B. (1952). J. Hyg., 50, 275—294. — WEITZ, B. (1956). Bull. Wld. Hlth. Org., 15, 473—490. — WEITZ, B., and GLASGOW, J. P. (1956). Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg., 50, 593—612. — WEITZ, B. and JACKSON, C. H. N. (1955). Bull. ent. Res. 46, 531—538. — WEITZ, B., LANGRIDGE, W. P., NAPIER BAX, P. and LEE-JONES, F. (1958). International Scientific Committee for Trypanosomiasis Research. 7th. Meeting, Brussels, 1958. 303—312.

## DISCUSSION

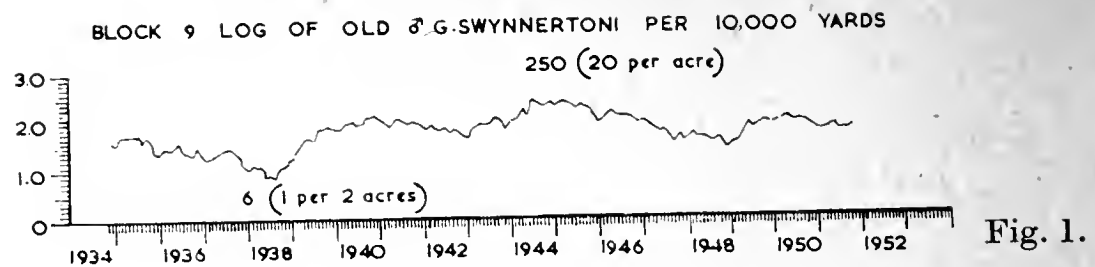
- A. M. FALLIS: Do tsetse flies feed at ground level only or is there a possibility that some may feed on animals at different levels in the forest?
- J. M. B. HARLEY: We have no evidence that any species of tsetse feed other than close to the ground. Sitting of of at about 25 feet above the ground, in a tree, very few *G. swynnertoni* were seen, while they were numerous on the ground.
- J. FRAGA DE AZEVEDO: I want ask Dr. Harley if he has some information about the influence of the species of *Glossina* in the virulence of the Trypanosomae, because in the south of Mozambique the cattle is very resistant to the Trypanosomiasis, but if it is removed for the north of the territory it is not so resistant. Why? Surely because there the strains of Trypanosomae are more virulent. Is this virulence the result of the different species of vectors? The strains of Trypanosomae are surely different.
- J. M. B. HARLEY: Different species of tsetse flies occasionally may cause changes in the virulence of trypanosomes but the bulk of the evidence suggests that transmission by *Glossina* has little effect on the characteristics of the trypanosome strain. The case in Mozambique is probably due a local strain of trypanosomes of low virulence in the south.

## THE POPULATION DYNAMICS OF TSETSE FLIES WITH PARTICULAR REFERENCE TO THEIR CONTROL BY INSECTICIDES

K. S. HOCKING

Colonial Pesticides Research Unit, Arusha, Tanganyika

The savanna species of tsetse flies, *Glossina morsitans* and *G. swynnertoni*, inhabit considerably more than half of the 1,000,000 square miles of East and Central Africa South of the Equator. Over this area the number of adult flies per hectare is probably never more than a few hundred and is usually in the range from one to fifty; and the flies can maintain themselves at very low densities, of the order of one fly to a hundred or more hectares. The factors that keep most natural populations within this range are worth considering. The two outstanding ones are firstly that tsetse flies live in such low densities that they do not compete with one another and in this connection I quote from Buxton's "Natural History of Tsetse Flies" where he says that, "It seems that tsetse flies compete with one another slightly if at all. So far as we can tell, there is no competition for food, for either a certain area contains enough large animals suitably dispersed to feed almost any population of tsetse or it does not. Then again, because the critical environment is either suitable or not, one can hardly suppose



that there is any competition for space. The fly belt will hold "any number" of adult tsetse fly and if the soil is suitable for reproduction one cannot suppose that it can be saturated with puparia", and secondly that the rate of reproduction of tsetse flies is very low compared with that of most insects; it is rare for a female to produce more than 5 larvae in her lifetime.

The females of the savanna species of tsetse flies in East Africa have an average length of life which varies from four to about ten weeks, through the seasons, with an overall average of about eight weeks (Jackson 1949). During a severe dry season with a temperature of about  $27^{\circ}\text{C}$ , a female produces her first larva about 18 days after emergence and there is a 9 day interlarval interval, hence, as the average length of life is only 28 days, an average of two pupae are produced per female. With a probable pupal mortality of about 50%, the average number of adults produced per female will be about one and, as half the adults are males, the population must fall and six weeks of these conditions (which is usual) will reduce it by about 50%. Conversely, in the most favourable conditions, with a high humidity and a temperature of about  $24^{\circ}\text{C}$ , the females will live for about ten weeks, produce a first larva after 22 days and subsequent larvae at 11 day intervals. Thus an average of five pupae will be produced per female and despite a 50% pupal mortality the population can increase. If these conditions persist for five months, as they may, the population can increase by about 50%. With intermediate conditions the population remains more or less static. There is, therefore, an approximately 2–3 fold annual variation in population numbers, although, because of changes in the availability of the flies, for reasons of weather for example, the numbers caught can vary much more than this. A series of years in which the severe period is longer than average and the favourable period shorter can reduce the population 10 to 20 fold and vice versa, (see Graph I—from Jackson 1952) and the chance of any population reaching very high levels is thus very small. There is therefore no need to cite any other factors than the effect of climate on the slow breeding rate to account for the population variations found in nature.

Density dependent factors obviously come in when the population is so low that the sexes do not readily meet; this occurs probably at a density of about 1 fly per square mile. They may also become important when the population is so dense that the numbers feeding worry the game hosts and the numbers resting form a significant prey for predators. This probably does not occur except at densities higher than any yet recorded—that is, higher than about 150,000 per square mile (500–750 per hectare). At this density it has been found that spiders of the genus, *Hersilia*, eat 2 adult tsetse fly per hectare per day out of a total of 200 insects per hectare that they eat altogether each day (Southon 1959). This is the most intensive predation of savanna tsetse flies in East Africa that has been recorded, yet it is difficult to imagine that it is sufficient to be the factor that controls the numbers of tsetse flies.

The absence of density dependent factors preventing a natural tsetse population from increasing can be checked if the population is artificially reduced by non-persistent applications of insecticide to about 1% of its previous level. This was carried out on a population of *Glossina morsitans* in an isolated fourteen square mile block of

## GALLAPO - KIKORE BLOCK

14 SQUARE MILES

SPRAYED Sept., 1950 TO Jan., 1951

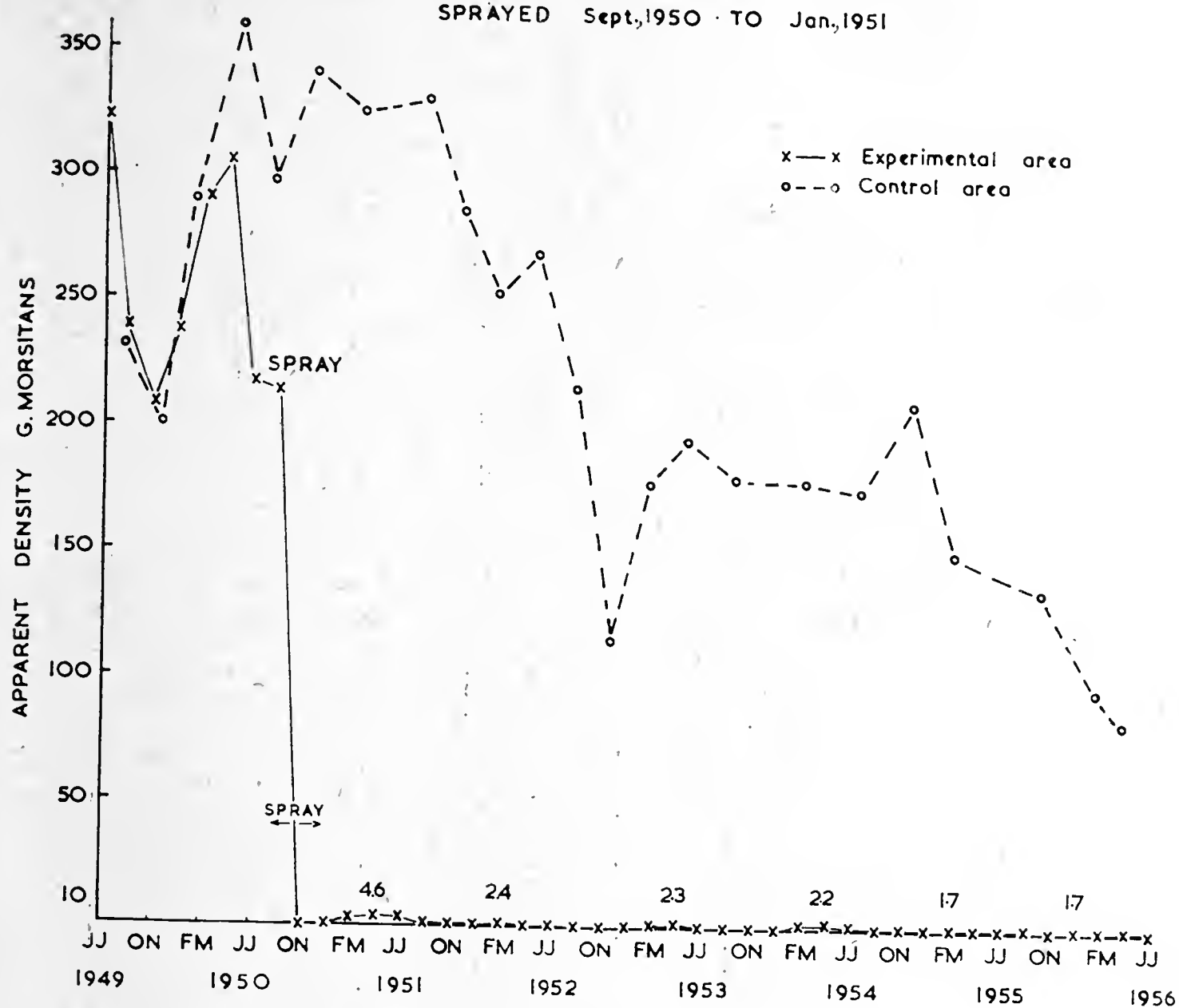


Fig. 2.

bush in Central Tanganyika by a series of applications of insecticide by aircraft over a period of 4 months, (Hocking, Yeo and Anstey, 1954). If the population was being held at the 200—300 A. D. level by density dependent factors, these would release the population when it was reduced to 1% of its level, i.e. to an A. D. of 2—3, and the population would rise steadily until it was of the order of an A. D. of 200—300 again. Instead of this, the low population rose and fell annually as before and showed no sign of rising to its previous level, in fact, over the six years during which observations were continued, its peak numbers each year fell steadily in roughly the same proportion as those of the control population which was of the same order of magnitude as the pre-spraying population (see Graph 2). The dosage of DDT applied was sufficient to give a deposit of only 0.2 mgm per square metre of surface on each application or a total of 2 mgm per square metre over the four months of application, whereas even 100 mgms of DDT per square metre of surface continues for only a short time to kill tsetse flies resting on it. There was therefore no possibility of tsetse flies being killed by the insecticide after the period of the applications, and certainly not for months afterwards.

From the point of view of tsetse control measures this result means that if an isolated fly belt is treated with insecticides it is not necessary, as was once considered essential, to eliminate the fly completely. If the number of flies is reduced to a low level and immigration is prevented, the low level will be maintained long enough to

provide time for occupation of the area; even by conservative tribesmen reluctant to move into a once-dangerous fly belt. It does not mean, however, that it is easy or cheap to reduce a tsetse fly population to this low level; particularly over a large area. It should also be stressed that a reduction in the numbers of a non-isolated population by insecticides is generally of a very temporary nature because tsetse flies are very mobile insects.

Isolation is, in fact, the crux of the use of insecticides in tsetse fly control.

## REFERENCES

- BUXTON, P. A. (1955). "The Natural History of Tsetse Flies" Memoir. Lond. Sch. Hyg. trop. Med. No. 10 816 pp. — HOCKING, K. S., YEO, D. and ANSTEY, D. G. (1954). Bull. ent. Res. 45, 585—603. — JACKSON, C. H. N. (1949): "The Biology of Tsetse Flies" Biol. Rev. 24, 174—99. — JACKSON, C. H. N. (1952). E. African Tsetse & Tryp. Res. and Reclamation Org. Ann. Rep. 1951. 13. — SOUTHON, H. A. W. (1959). E. African Tryp. Res. Org. Ann. Rep. 1958, 56—57.

# L'INVOLUTION BIOLOGIQUE DE LA POPULATION DE GLOSSINA PALPALIS PALPALIS AU COURS DE LA CAMPAGNE D'ERADICATION DANS L'ILE DU PRINCE (1956—1958)

J. FRAGA de AZEVEDO,

MANUEL da COSTA MOURÃO JOSÉ et MARIA de CASTRO SALAZAR

## 1. Introduction

Comme nous l'avons déjà relaté<sup>1</sup>, l'île du Prince a été de nouveau envahie par la *Glossina palpalis palpalis* en 1956, soit 42 ans après son éradication en 1914.

Une fois ces insectes identifiés dans l'île, une mission d'étude a été organisée, le 3 mai de la même année, qui commença ses travaux dans l'île, le 13 du même mois.

La mission examina toute la population, soit un total de 4.014 personnes, procéda à la recherche des trypanosomes dans un échantillon significatif des animaux domestiques et a disséqué 6.500 glossines. Aucune de ces recherches n'a révélé l'existence de trypanosomes.

Le problème présentait ainsi un aspect exclusivement entomologique: il s'agissait de procéder à l'éradication des glossines, et à cet effet a été élaboré le plan indiqué sur la figure 1.

Parallèlement à l'application des moyens de combat établis, il a été possible de suivre l'évolution de la population glossinique, et les données ainsi obtenues nous fournissaient des éléments précieux sur l'efficacité des moyens de lutte que nous mettions en pratique, ainsi que sur quelques aspects de la biologie des glossines.

L'exécution du plan de combat élaboré conduisit à l'éradication des glossines, considérée comme obtenue le 24 juillet 1958, car à partir de cette date et jusqu'à ce jour, en dépit des mesures rigoureuses de contrôle qui ont été maintenues, on n'a plus capturé un seul exemplaire de glossine.

<sup>1</sup> « Sur l'Occurrence de la *Glossina palpalis palpalis* dans l'île du Prince (Province Portugaise de S. Thomas et Prince/S. Tomé e Príncipe) », par J. Fraga de Azevedo, J. Tendeiro, Tomás de Almeida Franco, Manuel Mourão et J. M. Castro Salazar — Instituto de Medicina Tropical, Lisbon/PORTUGAL — Proceedings of the Tenth International Congress of Entomology, Montreal, August 17—25, Vol. 3: 683—688, 1956.



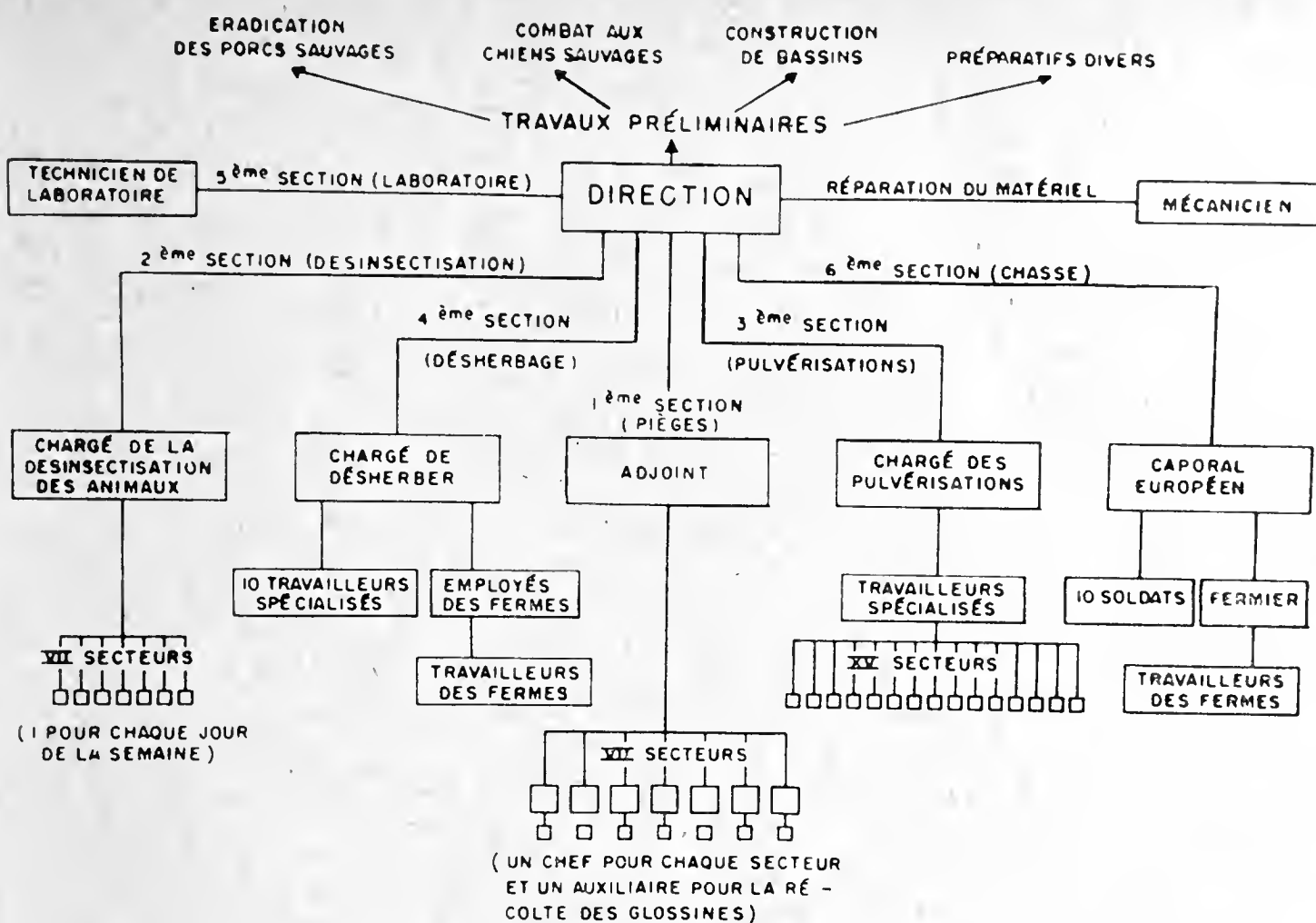


Fig. 1. Plan d'éradication des glossines.

Nous allons exposer ici le résultat de l'observation de la population glossinique dans l'île du Prince au cours de la campagne d'éradication, car nous pensons que les éléments présentés pourront servir d'orientation dans des futures campagnes similaires.

En vérité tout ce qui peut contribuer à la connaissance de la biologie des glossines se revêt aujourd'hui encore de la plus haute importance, car le problème des trypanosomiasés en Afrique, dont l'incidence dépend entièrement de ces insectes, est loin d'être résolu.

En outre, nous pensons que l'éradication des glossines est à la base de la solution radicale du problème, tout au moins compte tenu des moyens de combat dont nous disposons actuellement, et c'est pourquoi tous les éléments d'information dans ce domaine sont d'une extrême utilité. De là la justification du présent travail.

## 2. Distribution des Glossines sur le territoire

La première étude à laquelle il a fallu procéder a consisté à déterminer la distribution des glossines. A cet effet, nous nous sommes guidés principalement par les captures effectuées avec les pièges du type Morris, distribués dans toute l'île, d'un total de 4.651, dans les deux tiers nord ainsi que sur les témoignages de la population locale.

Le tiers sud, séparé des deux tiers nord par une chaîne de montagnes de l'ordre de 800 à 900 mètres d'altitude, est couverte d'une végétation extrêmement dense, presque tout entière du type vierge (nom local « Obó »), avec un pluviométrie annuelle d'environ 4.300 mm. et où il n'existent pas d'animaux sur lesquels la glossine puisse se nourrir. Etant donné ces conditions défavorables, il n'est pas surprenant que, à la ressemblance de ce qui s'était produit en 1914, nous n'ayons pu signaler quelque exemplaire au sud du parallèle 1° 36' N.

## 3. Densité glossinique

Bien que les glossines occupassent les deux tiers nord de l'île, leur densité était très différente sur la superficie de 90 km<sup>2</sup> qui constituent cette zone. Nous avons rapidement abouti à cette conclusion, grâce à l'enregistrement journalier, hebdomadaire et mensuel de toutes les glossines capturées par les pièges, pour chaque poste, et même pour chaque piège.

La densité glossinique était plus élevée dans la partie nord-est de l'île et diminuait graduellement au fur et à mesure que l'on avançait vers le sud et vers l'ouest.

On a constaté que l'incidence des glossines était surtout conditionnée par la présence des porcs, vivant en liberté un peu partout, et par les noyaux de végétation secondaire, en des endroits qui avaient été autrefois cultivés, puis abandonnés. Les porcs se réfugiaient dans ces abris isolés, au milieu des cultures de cacao ou de café, de 0,5 à 1 km<sup>2</sup> de superficie: ces massifs de végétation sont désignés localement sous le nom de « capoeiras » ou « capoeirões », suivant qu'à la végétation herbacée ne s'associent pas ou s'associent des arbres de grand port.

La capture des glossines dans les trois premiers mois de notre campagne a montré que ces insectes n'avaient pas trouvé partout le même milieu favorable à leur fixation, à leur développement et à leur expansion.

Les différences oro-hydrographiques, microclimatiques, d'occupation agricole et, principalement de distribution des « capoeiras », « capoeirões » et des porcs de brousse ont permis de diviser la région infestée par les glossines en neuf zones, chacune d'elles présentant une densité glossinique conforme aux conditions de vie qui s'offraient à l'insecte dans la zone en question.

#### 4. Évolution de la population glossinique

La capture des glossines dans chacune des zones considérées a permis non seulement de suivre, mois par mois, l'évolution numérique dans chaque zone, mais encore d'évaluer rapidement la direction et l'intensité de l'expansion glossinique, à partir de quelques aspects biologiques, tels que l'âge, l'état de nutrition, la fécondité, la grosseur et la facilité de capture, révélés par les glossines au cours de la campagne d'éradication.

4. 1. — Évolution numérique: — Dès le début de la campagne, comme le montrent la fig. 2, on a constaté une diminution mensuelle du nombre de glossines capturées.

Bien que les mesures contre les glossines aient été successivement de plus en plus intenses, comme le montre le Tableau I, la diminution numérique des captures a accusé une impressionnante régularité, surtout à partir de janvier 1957, date où tous les pièges ont été protégés au moyen de dispositifs en matière plastique placés sur toutes les caisses de capture, méthode utilisée pour la première fois, à ce que nous sachions, dans l'île du Prince.

4. 2. — Quelques aspects biologiques: — Au début de nos travaux, nous avons examiné un échantillon de toutes les glossines capturées de mai à août 1956, en vue d'apprécier l'état biologique de la communauté glossinique, à partir de l'âge relatif des mouches, de leur état de nutrition, de leur fécondité, de l'évolution de la grosseur et de la proportion des sexes.

De septembre à décembre, nous avons été obligés de limiter ces observations au comptage des glossines et à la détermination des sexes, car les pluies intenses ont macéré ces insectes dans les caisses des pièges; nous avons repris l'examen des tsé-tsé en janvier 1957, alors que toutes les caisses des pièges étaient déjà couvertes de matière plastique. Cette innovation s'est révélée très utile, car elle n'a pas affecté le pouvoir de capture des pièges et elle a permis de protéger les glossines retenues à l'intérieur contre l'action destructrice de l'eau.

4. 2. 1. — Âge: — Le calcul de l'âge des glossines a été effectué à partir de l'examen du bord postérieur des ailes. Sa détermination au cours de notre campagne nous a permis de constater que les glossines se montraient de moins en moins vieilles,

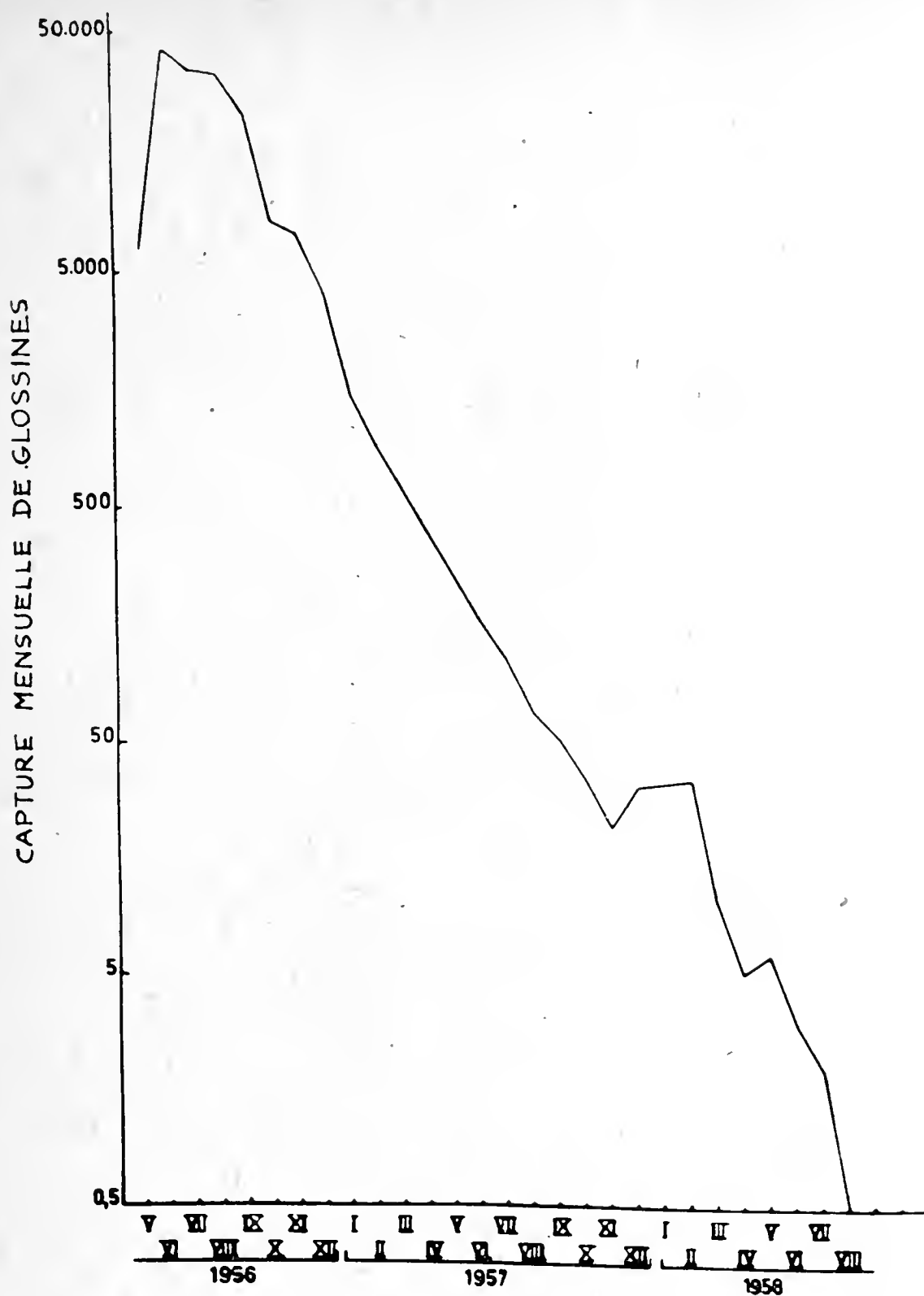


Fig. 2. Évolution des captures des glossines.

c'est-à-dire qu'elles vivaient de moins en moins longtemps, preuve que les conditions du milieu étaient de plus en plus défavorables à leur existence.

4. 2. 2. — Nutrition: — De même, pour l'état de nutrition, traduit par le volume de l'abdomen (les femelles grossesses exclues), nous avons établi une échelle, qui peut se traduire schématiquement de la manière suivante, l'abdomen étant observé latéralement: 0 — Abdomen angulaire; I — Abdomen en croissant; II — Abdomen plan convexe; III — Abdomen ovoïde; IV — Abdomen sphéroïde.

Nos observations nous ont montré que, au cours de la campagne, les glossines se sont révélées de plus en plus mal nourries.

4. 2. 3. — Fécondité et grossesse: — On a disséquée toutes les femelles, pour voir celles qui contenaient des larves, quel que soit leur état d'évolution. On a ensuite classée les femelles grossesses d'après le degré de maturation de leurs larves et on a vérifié que la fécondité des glossines et le degré de maturation des larves, a été de plus en plus bas.

Tableau I  
Mesures contre les glossines, pluviosité et réduction mensuelle des captures

Mois	Pores dans les enclos	Pores dans la brousse	Pièges Morris	Caisses des pièges protégées par du plastique	Tissu de pièges imprégné de DDT (en m <sup>2</sup> )	«Capoeiras» (en km <sup>2</sup> )	Insecticide utilisé sur le terrain (en kg)	Bains insecticides		Chiens de brousse	Pluviosité (en mm)	Pourcentage de réduction des glossines capturées par rapport au mois précédent
								Petits animaux	Grands animaux			
1956												
Mai (jusqu'au 15)	0	1.200	0	0	0	5,0	0	0	0	1.000	108,9	
Mai (du 15/31) ..	809	400	240	0	0	5,0	0	0	0		48,6	
Juin .....	734	400	925	0	0	5,0	0	0	0		5,6	18,2%
Juillet .....	797	100	1.528	0	0	4,9	0	0	8		1,6	0,6%
Août .....	687	50	2.223	0	0	4,8	0	0	10		151,1	33,6%
Septembre .....	570	40	2.673	0	0	4,6	0	0	8		437,1	63,8%
Octobre .....	490	30	2.923	0	0	4,6	0	0	6		176,8	13,1%
Novembre .....	450	20	3.277	0	0	4,6	0	0	10		193,3	42,9%
Décembre .....	400	20	3.857	0	0	4,6	95	24	804			
1957												
Janvier .....			3.897	1.000	461	4,5	176	724	1.948		115,8	63,3%
Février .....			3.897	3.000	902	4,4	110	1.392	2.816		76,3	38,2%
Mars .....			4.434	4.434	1.348	4,3	11	1.424	2.776		227,2	34,4%
Avril .....			4.535	4.535	1.816	4,0	12	1.964	2.800		165,6	35,8%
Mai .....			4.651	4.651	2.325	3,8	30	3.136	2.792		318,9	35,8%
Juin .....						3,3	61	7.664	3.296		153,7	34,8%
Juillet .....						2,5	134	7.726	3.328		22,7	30,0%
Août .....						2,5	29	8.000	3.360		64,9	40,3%
Septembre .....						1,5	92	7.712	3.324		166,3	26,4%
Octobre .....							218	7.768	3.320		345,3	32,0%
Novembre .....							199	10.726	3.496		222,9	35,2%
Décembre .....							178	13.140	5.400		172,3	
1958												
Janvier .....			4651	4651	2.352 m <sup>2</sup>	1,5 km <sup>2</sup>	23	13.512	5.184	700	181,4	
Février .....							71	15.384	5.460	650	133,9	
Mars .....							84	15.408	5.448	500	171,3	
Avril .....							64	15.780	5.196	450	330,3	
Mai .....							79	15.792	5.268	400	53,9	
Juin .....							54	15.876	5.292	350	8,6	
Juillet .....							77	15.720	5.412	350	2,0	



4.2.4. — Proportion des sexes: — Si nous examinons le pourcentage des femelles par rapport aux mâles, jusqu'en août 1957, on constate que l'on a toujours capturé plus de femelles que de mâles. Après cette date, le total mensuel des glossines capturées baisse au-dessous d'une cinquantaine, c'est pourquoi on ne peut tirer de conclusions des valeurs obtenues.

### DISCUSSION

MOUCHET J.: Quelle a été l'action de la campagne d'eradication des glossines, sur les populations de Culicide?

FRAGA de AZEVEDO: Je n'ai pas des informations précises sur ce sujet. Cependant il me semble qu'aucune influence a été exercée sur l'incidence des moustiques.

MELLANBY K.: This must be the most rapid increase in a tsetse population in an isolated area on record!

## THE ASSOCIATION OF THE MOSQUITO *MALAYA JACOBSONI* WITH *CREMASTOGASTER* ANTS

W. W. MACDONALD

Institute for Medical Research, Kuala Lumpur, Malaya

Manuskript nicht eingelangt.

### ABSTRACT

The genus *Malaya* Leicester, 1908 (*Diptera, Culicidae*) comprises a widely distributed group of small, harmless mosquitoes which may be found in Africa, Asia and Australasia. Only 11 species have been recorded, but the genus is of particular interest because of the unusual feeding habits of the adult mosquitoes. The adults obtain their food from ants of the genus *Cremastogaster*, inserting the tip of the proboscis into the mouthparts of an ant and absorbing the food which the ant had previously collected for itself. During the exchange the ants are quite cooperative, and in no way hinder the activities of the mosquitoes.

This association between mosquitoes and ants has been observed in several countries, including Java, Ceylon and Africa, and usually the mosquitoes hover around particular trees where *Cremastogaster* ants are feeding. In Malayan forest, *Cremastogaster* may at times be found feeding on the juices at the tip of young, growing bamboos. At such times the mosquito *Malaya jacobsoni* (Edwards, 1930) may be seen hovering over the path of the ants, usually flying short distances up and down parallel to the bamboo. At intervals the mosquito selects a fully-fed, downwardly-travelling ant, alights in front of it, and, quickly inserting the tip of the proboscis into the mouthparts of the now stationary ant, feeds for a few seconds or for as long as half a minute from the ant's store of food.

### DISCUSSION

E. N. MARKS: I endorse Mr. MacDonald's remarks on the space factor affecting numbers of larvae in breeding places, as I have collected numerous *Malaya* larvae from a single large axil in New Guinea.—*Malaya* adults resting in a cage often have a characteristic swaying motion. This did not appear in association with feeding from ants in the film. Has the speaker any observations on this habit and its significance?—Has Mr. MacDonald any observations on adults of the closely related genus *Topomyia*?

W. W. MACDONALD: I have not observed the swaying motion which you mention. The mosquitoes spend most of their time in flight and only occasionally rest on the bamboo culms, and I have not yet maintained the mosquitoes in the laboratory. With regard to *Topomyia*, I have not observed any species feeding, but I should think they feed on nectar from plants.

- P. F. MATTINGLY: Have you ever found *Malaya* breeding in bamboos? Is the association of bamboo and *Colocasia* very frequent?
- W. W. MACDONALD: No, *Malaya jacobsoni* does not breed in bamboos although there are about 60 species of other genera which do breed there in Malaya. Bamboos and *Colocasia* are quite often together, more particularly near rivers and streams where both grow. Both occur in disturbed or secondary forest, rather than in primary forest.
- M. LAIRD: Is the fact that only one or two larvae occur in each *Colocasia* axil a reflection of competition between larvae, or does it indicate that the female elects to lay very few eggs in each oviposition site?
- W. W. MACDONALD: I think the second suggestion is more likely to be the correct one. The volume of water in an axil is very small indeed and there would not be enough space or food for more than one or two larvae.
- DEL PONTE: Both sexes? The male of *Simatus curhami* flights vertically just on the trunks. We (Shannon and I, in 1926) have observed ants on these trees.
- MACDONALD: Those specimens which I collected have always been females, and have presumed that the males feed on nectar of plants.
- F. F. LAARMAN: Have you any idea what exactly compels the ant to give off the drop liquid when the mosquito attacks? Did you never try to imitate an attacking mosquito to see what happens with the ant?
- MACDONALD: I have been unable to think of any advantage to the ants in this association, but they seem to be very cooperative and readily stop when the mosquito alights in front of them. I have not tried to imitate a mosquito or to investigate the factors causing the ant to stop and disgorge food.

## VORLÄUFIGE MITTEILUNG ÜBER EIN NEUES INSEKTIZID UND REPELLENT

DUŠAN NOVÁK

Entomologisches Laboratorium der OHES, Hodonín, Tschechoslowakei

Bisher bekannte Repellents haben leider den Nachteil, daß sie einen kleinen Aktionsradius und kurzzeitige Wirkung haben, was uns zwingt, neue, bessere Insekten-Abschreckungsmittel zu suchen. Mit dem MKL (Methylkaprolaktam) und KL (Kaprolaktam) habe ich im Frühling und Sommer dieses Jahres (1960) unter Mitarbeit des Herrn Ing. Ludvík Kirschner mehrere Versuche gegen Stechmücken durchgeführt, die überraschend starke Repellent- und Insektizidwirkung dieser Mittel bewiesen.

MKL oder KL kann man als Repellents am besten in der Weise benutzen, daß man zuerst ein leichtes Fischnetz (70 × 50 cm, die Ösen 1 × 1 cm) mit einer 20prozentigen wässerigen Lösung dieses Mittels 10 Minuten lang durchtränkt, es leicht ausquetscht und etwas abtrocknen läßt und dann im Terrain über die Kopfbedeckung zieht (Hut oder Mütze), wobei das Gesicht frei bleibt. Während des Aufenthaltes in dem durch die Stechmücken stark verseuchten Terrain schützt das Netz gegen die Mückenstiche vollkommen. Dieses Netz schützt nach einmaligem Durchtränken noch wochenlang, falls nur die Vorkehrung getroffen wird, daß es bei Nichtbenützung in einem Polyäthylenbeutel aufbewahrt wird. Dadurch wird verhindert, daß das Repellent sich verflüchtigen kann. Dann bewahrt es seine Wirkung sechs und mehr Wochen lang. Gegenüber anderen Repellents hat dieses Mittel den Vorzug, daß es sehr billig ist, eine lange und hohe Wirkung hat, eine sehr gute Emulsionsfähigkeit aufweist und endlich, daß man es auch gegen andere Insekten benutzen kann.

Im Laboratorium habe ich auch die Larvizidwirkung des MKL geprüft. Gibt man mittels einer Augenpipette einen einzigen Tropfen des MKL in ein Gefäß von 50 ccm Wasserinhalt und mit einem Besatz von 20 *Culex*- oder *Aedes*-Larven (II. oder III. Stadium), so sterben alle

Larven innerhalb 24 Stunden ab. Derselbe Erfolg wurde erreicht, wenn dem Inhalt dieses Gefäßes 5 Tropfen einer Lösung von 92 Volumenteilen Wasser, 5 Teilen MKL und 3 Teilen Kupfervitriol ( $\text{CuSO}_4$ ) zugefügt werden. Während der Experimente sind in den Kontrollgefäßen alle Larven immer lebendig geblieben. Die Versuche werden noch fortgesetzt.

Ich habe in meinem Vortrag auf die Abschreckungs- und Insektizideigenschaften des Kaprolaktams und Methylkaprolaktams hingewiesen; bevor diese Mittel in die Praxis eingeführt werden können, wäre es zweckmäßig, wenn sie von mehreren Fachleuten bezüglich der Wirkung gegenüber Stechmücken (*Culicidae*) usw. überprüft werden könnten.

#### DISKUSSION

P. FUCHS: Welche Arten haben Sie in Ihren Experimenten verwendet?

D. NOVÁK: Das Mittel ist an Stechmücken der Gattung *Aedes* geprüft worden.

## ZUR CHOROLOGIE UND HYGIENISCH-EPIDEMIOLOGISCHEN ROLLE SYNANTHROPER FLIEGEN IN MITTELEUROPA

F. GREGOR — D. POVOLNÝ

Parasitologische Abteilung des Biologischen Institutes, Tschechoslowakische Akademie der Wissenschaften

Die in diesem Beitrag zusammengestellten Fakten sind ein Resultat von fünfjährigen Untersuchungen über die Synökologie synanthroper Fliegen im breiteren Raume von Mitteleuropa. Während dieser Zeit haben wir mehr als 50.000 synanthrope Fliegen aus den Gebieten der Tschechoslowakei, Ungarns, Bulgariens, Albaniens, Italiens und von England determiniert und unsere eigenen Resultate mit Literaturangaben von mehreren Autoren aus der UdSSR, Deutschland, Finnland und Frankreich verglichen. Durch diese Vorstudien konnten wir uns eine vorläufige Vorstellung über die qualitative und quantitative Zusammensetzung der synanthropen Fliegenpopulationen in manchen Teilen Europas bilden. Auf dieser Grundlage machen wir einen Versuch, diese Populationen in den wichtigsten chorologischen Einheiten der mitteleuropäischen Landschaft zu charakterisieren.

1. Niederungen Mitteleuropas (ursprünglich meist Steppen, sekundär meist Kultursteppe im weitesten Sinne, wie uns diese aus Mittelböhmen, aus Mittel- und Südmähren, aus der Südslowakei, aus dem österreichischen Donaubecken und weiter aus Ungarn bekannt sind). Für diesen Biochor ist die Dominanz von vier Fliegenarten charakteristisch: *Lucilia sericata*, *Agria latifrons*, *Ravinia striata* und *Bellieria melanura*. Von den negativen biozönotischen Merkmalen ist das Fehlen oder seltene Vorkommen skinophiler Arten und *Lucilia caesar* merkbar. Zoogeographisch kennzeichnend für diese Landschaften (mit der Ausnahme von Mittelböhmen) ist das Vorkommen von *Physiphora demandata*, *Chrysomya albiceps* und *Parasarcophaga aegyptica*. Im Rahmen dieses Biochors finden wir gewisse Unterschiede in der Zusammensetzung synanthroper Fliegenpopulationen in den Waldsteppen (besonders quantitativer Zuwachs von *L. caesar*) und Feuchtwiesen (numerisch fast ausgeglichenes Vorkommen von *L. sericata* und *L. caesar*, häufiges Vorkommen von *Sepsis punctum* auf Fäkalien und von *Ophyra leucostoma* auf Fleisch, außerdem ist in feuchteren Wiesenbiotopen die Art *Ch. albiceps* in den Jahren ihres häufigeren Vorkommens quantitativ mehr ver-

treten als in typischer Steppe). In Auwäldern der Niederungen kommt häufig *Pegomya socia* vor, es dominieren dort *L. caesar* und *O. leucostoma*, biozöologisch charakteristisch ist die Anwesenheit von Arten der Gattungen *Phaonia*, *Mydaea* und *Pyrellia*. Selten, aber fast ausschließlich nur in den Auwäldern, kommt *Platystoma lugubre* vor.

2. Gemischter Wald der Mittellagen (im wesentlichen Querceto-Carpineta). Dominierende Arten sind *L. caesar*, *Hydrotaea dentipes*, *Mydaea urbana*, *Hylemyia strigosa*, *Calliphora vomitoria*, *Paregle cinerella*, *Pyrellia serena*. Weniger häufig, aber ebenfalls charakteristisch ist das Vorkommen von *Parasarcophaga albiceps*, *P. harpax*, *Alloeostylus simplex*, *Fannia mutica* u. a.

3. Gebirgswald mit Übergewicht von Fichtenbeständen oder manche Fagetumbestände mit der Tanne. Es dominieren *Hydrotaea irritans*, *Calliphora vomitoria*, *Lucilia caesar* (an Rändern), *Hydrotaea dentipes*, *Alloeostylus simplex*, *Hylemyia strigosa*, *Mydaea* sp. div., *Azelia* sp. div., *Fannia mutica*, *Polietes lardaria*, *Fannia parva* (massenhafter Begleiter des karpatischen Fagetum).

4. Hochgebirgswald und Hochgebirgsauen sind durch die Dominanz von *Mydaea*-Arten (z. B. *M. deserta*), *Calliphora vomitoria*, *Hydrotaea irritans*, *Hylemyia strigosa*, *Calliphora subalpina* und *Morellia podagrica* gekennzeichnet. Die höchsten waldlosen bis felsartigen Zonen besteigt regelmäßig nur *Scatina furcatum*.

Von diesen nur in sehr groben Umrissen und schematisch gezeichneten Einheiten der mitteleuropäischen Landschaft ganz unabhängig sind noch zwei chorologische Gruppen von synanthropen Fliegenpopulationen zu unterscheiden. Diese besiedeln:

5. Größere Menschengesiedlungen, hauptsächlich Städte. In dieser Umwelt kam es durch ökologisch bedingte Elimination gewisser Fliegenarten zum Entstehen von Populationen, welche sehr ausgeprägte spezifische Merkmale aufweisen, indem sie durch das Vorkommen von sog. eusynanthropen Arten charakterisiert sind. Manche dieser Arten neigen zu ausgesprochen kosmopolitischer Verbreitung, welche mit der Anwesenheit des Menschen stets zusammenhängt. Es sind besonders folgende Arten: *L. sericata*, *C. vicina*, *M. stabulans*, *Protophormia terrae-novae* und *Piophilidae casei*. Diese Eusynanthropen neigen gleichzeitig in der Umgebung von Menschengesiedlungen zum massenhaften Vorkommen. Biozöologisch sehr kennzeichnend ist das Vorkommen der weniger häufigen Arten *Physiphora demandata*, *Coprosarcophaga haemorrhoidalis* und *Fannia leucosticta*. Es ist auch sehr bedeutsam, daß die Nordgrenze der freilebenden Naturpopulationen von *Ph. demandata* und *L. sericata* in Mitteleuropa ungefähr die nördlichen Ausläufer der großen ungarischen Tiefebene durchläuft. Im städtischen Milieu dringen beide Arten dagegen noch wesentlich weiter nach Norden (z. B. bis Südfinnland) durch. Von endophilen Eusynanthropen ist für das städtische Milieu besonders die Anwesenheit von *Fannia canicularis* und *Musca domestica* (die zuletzt genannte Art lebt noch in ökologisch deutlich verschiedenen Dorfpopulationen) typisch.

6. Weiden, wo artlich sehr typische Synusien von coprophagen Arten leben, die an Wiederkäuerfäkalien gebunden sind. In niedrigeren Lagen dominieren meist *Dasyphora pratorum*, stellenweise *D. versicolor*, weiter auch *Orthellia caesarion* und *O. cornicina*. Zusammen mit diesen sind es noch *Morellia hortorum*, *Myospila meditabunda* und in der Nähe von Wäldern auch *Mesembrina meridiana*. In höheren Lagen kommen dazu noch *Polietes lardaria* und *Mesembrina mystacea*. Nicht dominierende aber regelmäßige Komponente der synbovinen Fliegenpopulationen sind verschiedene *Musca*-Arten (meist ohne *M. domestica*), vor allem *M. autumnalis*, die an Rindweiden recht massenhaft vorkommt. — Die ektoparasitischen *Stomoxys*-Arten der Weidenbiotope sollen hier nicht diskutiert werden.





Schematische Darstellung der Populationsdichte von 18 chorologisch bedeutsamen synanthropen Fliegenarten in verschiedenen chorologischen Einheiten der mitteleuropäischen Landschaft; durchschnittliche Werte auf Grund von 5jährigen systematischen biozönologischen Untersuchungen.

- I. Städtisches Milieu.
- II. Kultursteppe in warmer mitteleuropäischer Niederung.
- III. Gemischte Wälder wärmerer Mittellagen (Querceto-Carpinetum).
- IV. Gebirgswälder (Fageto-Piceta).
- V. Hochgebirgswald (Picetum).
- VI. Hochgebirgsauen (alpine Stufe).

Die hygienisch-epidemiologische Bedeutung synanthroper Fliegen ist natürlich in den Bedingungen Mitteleuropas nicht so groß wie in den ariden Gebieten der Subtropen und Tropen. Wohl aber verdient der allgemeine Zustand der kommunalen Fliegenbekämpfung auch in Mitteleuropa gründliche Erwägung. Auch die rein epidemiologische Rolle der synanthropen Fliegen in Mitteleuropa ist, wie die letzten Untersuchungen zeigten, nicht zu unterschätzen. Die Mehrzahl der synanthropen Fliegen, besonders aber die wichtigen kommunikativen Arten, wie z. B. *L. sericata*, *C. vicina*, *C. vomitoria*, *M. stabulans*, *H. irritans*, aber auch *F. canicularis*, *Pr. terrae-novae*, *L. caesar*, *P. casei*, *H. dentipes*, *Ophyra leucostoma* u. a. sind nach eigenen Untersuchungen obligatorische Überträger folgender Mikroben: *Proteus vulgaris*, *P. mirabilis*, *P. rettgeri*, *P. morgani*, *P. inconstans*, *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*, *Klebsiella cloacae*, *Alcaligenes faecalis*, *Streptococcus faecalis*, *Staphylococcus lactis*, *S. saprophyticus*, *S. afermentans*, *Flavobacterium devorans*, *F. invisible*, *Aerobacter aerogenes*, *Bacillus mycoides*, *Staphylococcus albus*, *Serratia marcescens* u. a. Dabei wurden bei *E. coli* auch bedingt pathogene Stämme typisiert und ähnlich konnten auch bei *Streptococcus faecalis* verschiedene Varietäten determiniert werden.

Unabhängig von anderen ausländischen Autoren durchgeführte Untersuchungen zeigten, daß besonders *L. sericata* in Mitteleuropa die wichtigste Rolle spielt, wie dies die Isolationen pathogener Mikroben von dieser Fliege bestätigen: *Salmonella typhimurium* (mehrfach in der CSR und Deutschland), *S. cottbus* (Deutschland), *S. chester* (Deutschland), *S. newington* (Deutschland), *Streptococcus β-haemolyticus*, *Pneumococcus*- und *Staphylococcus*-Formen.

Allgemein konnten wir feststellen, daß die hygienisch-epidemiologische Bedeutung der Fliegen in drei ökologisch-physiologischen Momenten ihrer Bionomie liegt:

1. In der Zugänglichkeit von bakteriellen Quellen für Fliegen, also in der Möglichkeit der Fliegen, sich im anstößigen Milieu zu kontaminieren.
2. Im ethologischen Charakter einzelner Fliegenarten (in dieser Hinsicht sind vor allem kommunikative Arten mit eusynanthropen und endophilen Neigungen besonders bedeutsam. Dagegen haben auch obligatorische Besucher bakterieller Quellen nur sehr beschränkte hygienische Bedeutung, soweit sie akommunikativ sind).
3. In der Fähigkeit der Fliegen, pathogene Mikroorganismen im infektionsfähigen Zustande zu übertragen.

Auf Grund unserer Untersuchungen halten wir es für zweckmäßig, daß im Rahmen anderer Tests im hygienisch-epidemiologischen Dienste auch bakteriologische Untersuchungen der synanthropen Fliegen aus verdächtigem Milieu regelmäßig und obligatorisch durchgeführt werden sollten.

## ON THE ECOLOGICAL CLASSIFICATION OF SYNANTHROPIC FLIES OF THE FAMILIES MUSCIDAE AND CALLIPHORIDAE (Diptera)

V. P. DERBENEVA-UKHOVA

Laboratory of synanthropic flies, E. I. Martsinovskiy-Institute of Medical Parasitology and Tropical Medicine, Ministry of Health, USSR

The term "synanthropic flies" used in dipterological literature till this day has not been properly defined. We propose to call "the group of synanthropic flies" the species directly connected with man or domestic animals, with their food and excrements and with premises, barns etc.

We carried out our observations over different species of the *Muscidae* and *Calliphoridae* in the zone of mixed forests, in taiga and the steppeland zone of the European part of the Soviet Union.

According to their connections with the man and his surroundings we distinguish three groups of synanthropic flies: pasture, semi-settlement and settlement flies.

Pasture flies (table 1) are rather numerous among the *Muscidae*, but they are not to be found among the *Calliphoridae*. The species which form this group have almost no connections with the humans and their places of habitation. Pasture species breed only in the dung, preferring for this purpose the isolated droppings. The pasture species are adapted to breeding in small and shortlived habitats of isolated droppings of dung: they are characterized by low fertility, viviparity, not simultaneous laying of eggs, shortened larval period and carnivory of larvae. Pasture species are coprophagous and carnivorous on larval stage and coprophagous or facultative and obligate hematophagous on adult stage.

The semi-settlement species are those which can be found both in a settlement and in the pasture or in the open field (table 2). Many species of *Muscidae*, and the majority of synanthropic *Calliphoridae* belong to this group.

The majority of *Muscidae* inhabit both the pasture and the settlements; they breed in animal dung, in isolated droppings as well as in big accumulations. Nevertheless many of them are characterized by low fertility, unsimultaneous developing of egg follicles, larvae of some species are carnivorous. On adult stage these species are coprofagous and facultative haematofagous.

Semi-settlement species of the *Calliphoridae* inhabit both the settlements and the open field. Their larvae and adults are considered facultative necrofagous because though their main food is carrion they can also feed on excrements and other matters. All synanthropic *Calliphoridae* are highly fertile though the quantity of substratum in a carcass is limited, just as in dung. We explain this by the fact that necrobiontous species have less chances to encounter carcasses than the coprobiontous ones—the dung and laying of large amount of eggs is an advantage for the preservation of the necrobiontous species.

Among the synanthropic *Calliphoridae* there are not carnivorous larvae, but the larvae of some species facultatively parasitize in worm blooded animals.

*Hydrotaea dentipes* F. and *Ophyra leucostoma* Wd. are singular among the semi-settlement *Muscidae* because of their breeding mostly not in dung but in human excrements in lavatories and in the open field the adults of these species feed in carrion.

Among *Calliphoridae* *Calliphora uralensis* Vill. can be singled out. In the settlements the larvae of this species are coprobiontous and they adults facultative coprofagous.

The settlement species are those which inhabit only or mainly the settlements (table 3). The settlement species are characterized by different degree of polyphagie of their larvae and adults. An only exception is *Stomoxys calcitrans* L. which is monofagous in larvae and adult stages.

Endophily is characteristic of adult of synanthropic species of *Muscidae*, even some pasture species visit the cowsheds. (*Musca larvipara* Portschi, *M. autumnalis* Deg.)

All synanthropic *Calliphoridae* are exophilous. But the degree of the endophily or exophily of any species may vary in different climatic and landscape zones. Thus it is established that in warm climate *Musca domestica* L. leads a more exophilic life than in cold zones. And vice versa, in some settlements in southern parts of the Soviet Union *Lucilia sericata* Mg. becomes rather endophilic, as I. V. Vashchinskaya (1957) and V. A. Lineva (1960) have found.

The majority of *Muscidae* usually do not migrate far away from their breeding places, this feature may be considered as adaptation for species preservation. Both in the pasture and in a settlement their breeding and feeding places are quite close to each other, therefore dispersion would not be advantageous for these species. On the contrary the majority of synanthropic *Calliphoridae* usually migrate to distant areas: as the carcasses are not concentrated in one place dispersion provides for them encounters with breeding places.

In various climatic and landscape zones complexes of synanthropic species and the degree of their synanthropy varies. Not only landscape and climatic conditions play roles in this but also character of the economy of the population.

Among the pasture flies haematophagous (obligative and facultative) species may have the epizootological significance. Since they breed in isolated dropping of dung it is almost impossible to control them in breeding places. The only control measure against these species is the treatment the animals with insecticides. The same in the case with semisetlement *Muscidae* species connected with animals. Semisetlement

Table 1  
Pasture Flies

Species	Breeding places	Larvae	Adults	Fertility (number of ovarian tubes)	Indoor habitations of adults
<b>Muscidae</b>					
<i>Mesembrina mystacea</i> L.....	Isolated droppings of dung	carnivorous	coprophagous	low ( $\approx 20$ )	no
<i>M. meridiana</i> L. ....	ibid.	ibid.	ibid.	low (6)	no
<i>Orthellia cornicina</i> F. ....	ibid.	coprophagous	ibid.	mean ( $\approx 60$ )	no
<i>Lyperosia irritans</i> L. ....	ibid.	ibid.	haematophagous	low ( $\approx 15$ )	no
<i>Haematobia stimulans</i> Mg. ....	ibid.	ibid.	ibid.	low ( $\approx 25$ )	no
<i>Musca larvipara</i> Portsch. ....	Isolated droppings, seldom big accumulations of dung	ibid.	facultative haematophagous	low (4)	seldom (in barns)
<i>M. autumnalis</i> Deg. ....	ibid.	ibid.	ibid.	low ( $\approx 20$ )	ibid.

Table 3  
Settlement Flies

Species	Breeding places	Larvae	Adults	Fertility (number of ovarian tubes)	Indoor habitations of adults
<b>Muscidae</b>					
<i>Fannia scalaris</i> F. ....	faecal accumulations	coprophagous	coprophagous	high ( $\approx 100$ )	often (in lavatories)
<i>F. canicularis</i> L. ....	ibid.	ibid.	facultative coprophagous	mean ( $\approx 50$ )	very often
<i>Muscina stabulans</i> Fllh. ....	faecal and dung accumulations	carnivorous	ibid.	high ( $\approx 120$ )	ibid.
<i>Stomoxys calcitrans</i> L. ....	dung accumulations	saprophagous	haematophagous	high ( $\approx 150$ )	permanently
<i>Musca domestica domestica</i> L. ....	big accumulations of refuse, dung, etc.	polyphagous	polyphagous	high ( $\approx 100$ )	ibid.
<b>Calliphoridae</b>					
<i>Protophormia terrae-novae</i> R.-D. ....	big accumulations of refuse	polyphagous	polyphagous	high ( $> 200$ )	no



Table 2  
Semi-Settlement Flies

Species	Breeding places	Larvae	Adults	Fertility (number of ovarian tubes)	Indoor habitations of adults
Muscidae					
<i>Musca tempestiva</i> Flln. ....	Isolated droppings of dung	coprophagous	facultative haematophagous	low ( $\approx 25$ )	no
<i>Orthellia caesarion</i> Mg. ....	Isolated droppings and big accumulations of dung	ibid.	coprophagous	low ( $\approx 30$ )	seldom (in bars)
<i>Morellia hortorum</i> Flln. ....	ibid.	ibid.	facultative haematophagous	mean ( $\approx 80$ )	sometimes
<i>Dasysyrtina simplex</i> Lw. ....	ibid.	ibid.	ibid.		ibid.
<i>Myiopsila mediotabunda</i> F. ....	ibid.	carnivorous	coprophagous	low ( $\approx 20$ )	no
<i>Hydrotaca dentipes</i> F. ....	faeces and dung accumulations, carrion	ibid.	coprophagous (necrophagous)	high ( $\approx 120$ )	often (in lavatories)
<i>Ophyra leucostoma</i> Wd. ....	ibid.	ibid.	ibid.	high ( $\approx 150$ )	ibid.
Calliphoridae					
<i>Lucilia caesar</i> L. ....	carrion	necrophagous	facultative necrophagous	high ( $> 200$ )	no
<i>L. illustris</i> Mg. ....	ibid.	ibid.	ibid.	ibid.	no
<i>Calliphora erythrocephala</i> Mg. .	ibid.	ibid.	ibid.	ibid.	ibid.
<i>C. urdensis</i> Vill. ....	faecal accumulations	coprophagous	facultative coprophagous	ibid.	often (in lavatories)

*Muscidae* connected with human excrements have epidemiological significance as well as the settlement species of this family. Since they breed in large accumulations of human excrements, dung and refuse it is possible to carry out sanitation measures to eliminate their breeding places or to control their preimaginal stages with larvicides. Due to their high endophily the indoor treatment with insecticides may prove highly effective. Their limited dispersal capacity ensure good effect of control measures in separate settlements, districts and blocs of houses: there is no danger of mass immigrations from the surroundings.

Synanthropic *Calliphoridae* have almost no connections with animals with the exception of the cases when they call forth mass myiasis. Having no epizootological significance, they participate to some degree or other in spreading of infections in man. The breeding places and preimaginal stages may be eliminated if the species breed in large accumulations of matter. Insecticides may be effectively used against the adults only if applied on outdoor surfaces because these flies are exophilic.

Since the populations of these species are widely dispersed they cannot be successfully eliminated in settlements due to immigrations from the open.

## HAEMOPHYSALID BIOLOGY AND RELATION TO DISEASE

H. HOOGSTRAAL

Manuskript und Abstract nicht eingelangt.

## SENSORY REGULATION OF FEEDING BEHAVIOUR AND ORIENTATION TO THE HOST IN BITING FLIES

A. J. THORSTEINSON

Department of Entomology. The University of Manitoba, Winnipeg, Canada

Manuskript wird an anderer Stelle publiziert.

### ABSTRACT

The behaviour of several species of biting flies is being investigated by a group in our laboratory. The host orientation of diurnal species (*Tabanidae*, *Simuliidae*, and *Stomoxys calcitrans*) is strongly influenced by visual stimuli associated with the host including colour, movement and size. Odours and body heat of the host undoubtedly influence the terminal phase of host orientation but there is as yet no evidence that these stimuli attract the flies from any appreciable distance. It seems more probable that their effect is to inhibit flight and to induce the initial phase of feeding, *viz.* piercing. Actual feeding (sucking) is subject to sensory regulation mediated largely by the chemical sense (gustation and olfaction). Constituents of the blood corpuscles are important gustatory stimulants for *Stomoxys calcitrans*. Other blood fractions contribute to the total palatability of blood. Traps designed on these principles to simulate the hosts are very useful for the study of behaviour and taxonomy of these insects. Although the optimal light intensity for mosquitoes is much lower, the regulation of their feeding behaviour and host orientation appears to be essentially similar to that of the diurnal species.

# CONTRIBUTIONS TO THE BIOLOGY OF *MUSCA CRASSIROSTRIS*, STEIN. IN EGYPT

MAHMOUD HAFEZ & FAROUK M. GAMAL-EDDIN  
Department of Entomology, Faculty of Science, Cairo University

Manuskript nicht eingelangt.

## ABSTRACT

In a previous work (Hafez & Gamal-Eddin, 1959), the present authors studied the ecology of *Stomoxys calcitrans* L. and *S. sitiens* Rond. and emphasized their medical and veterinary importance in Egypt.

The present paper deals with another blood sucking fly *Musca crassirostris* Stein. of which we know very little. It attacks cattle and other domestic animals and its injury has been increasing in recent years. It is widely distributed throughout the Egyptian territory, both in the Nile Valley and the semi-arid areas. It occurs almost all the year round with a peak of seasonal abundance in November; from January to March, however, the fly seems to disappear completely. The preferred breeding medium is the cattle dung; fresh droppings, however, are necessary for attracting gravid females for oviposition.

The biting activity of this fly usually starts after sun-rise and reaches its maximum twice daily (9—10 a.m. & 5—6 p.m.) in hot seasons, and once (1—2 p.m.) in the early winter. Other aspects of the biology and ecology of this species have been studied and the results obtained shed more light as to when and where effective control measures may be launched against this insect pest.

# A THREE-YEAR STUDY ON THE EFFECT OF FLY CONTROL ON MILK PRODUCTION BY DAIRY CATTLE

TIEN-HSI CHENG and EARL M. KESLER  
The Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania, USA

Manuskript wird an anderer Stelle publiziert.

## ABSTRACT

During the three consecutive summers of 1957, 1958 and 1959, lactating cows were used to test the effect of spraying for fly control on milk production. More than eighty cows, mostly Holstein, were included in the tests which were conducted on three farms located in Centre and Northumberland Counties, Pennsylvania. The animals were divided equally into treated and untreated groups on the basis of breed, milk production, stage of lactation, body weight and age. Members of the former group received aerosol or spray treatments containing methoxy-chlor, dimethoate, 3-Chloropropyl *n*-octyl sulfoxide, di-*n*-propyl isocinchomeronate, butoxy polypropylene glycol, diethyltoluamide, Thanite, synergized pyrethrins, etc. Applications were made by means of two automatic electric-eye-controlled spraying devices developed at the Pennsylvania State University.

Results of the three-year study showed that on two well-managed farms where all animals were liberally supplied with hay or silage as a supplement to pasture, there was no significant difference in milk production between treated and untreated herds, although consistently excellent control of the horn fly, and satisfactory but less consistent control of the stable fly and horse fly had been achieved by treatments. However, on a relatively poorly managed farm, as a result of treatments with aerosol formulations, daily decrease in milk production was significantly less in the treated herd than in the untreated; on the same farm, however, a similar herd treated with spray formulations delivered by a motor-pump type electric-eye-controlled sprayer was not benefitted by fly control as milk production in this herd was not significantly different from that in the untreated herd. The difference in results achieved by aerosol treatments and spray applications might be better understood when analyses of milk from treated animals are completed.

# LES TIQUES IXODIDAE EN BULGARIE: LEUR ROLE POUR LES MALADIES TRANSMISSIBLES EN EGARD AU FOYERS ET A LA PROPAGATION DE LA BRUCELLOSE

P. PAVLOV

Institut superieur rural «G. Dimitrov». Sofia, Bulgarie

Parmi les artropodes en Bulgarie ce sont les tiques de la famille *Ixodidae* qui ont la plus grande importance hygiénique et économique. Cette importance primordiale est due à leur grande propagation. En tant que parasites des animaux et de l'homme elles transportent une quantité de hémoprotozoaires, de virus et de bactéries. Ce rôle est en constaté grâce aux recherches faites chez nous.

Les recherches actuelles de Pavlov, Drenski, Sarbova, Černý déterminent les espèces suivantes des *Ixodidae*: *J. lividus*, *Ixodes ricinus*, *I. triangulatus*, *I. laguri*, *I. arboricola*, *I. Sp. Rhipicephalus bursa*, *R. sanguineus*, *Rh. turanicus*, *Boophilus calcaratus*, *Dermacentor marginatus*, *Hyalomma plumbeum*, *H. scupense*, *H. detritum*, *H. anatolicum*, *Haemaphysalis inermis*, *H. punctata*, *H. sulcata*, *H. otophila*, *H. numidiana*. Hors de ces espèces importantes on a constaté encore d'autres espèces qui ont un intérêt et une importance scientifiques. Telle est l'*Ornithodoros lahorensis* trouvée en Macédoine par P. Pavlov et *Amblyomma hebraeum* trouvée de Pavlov et Popov dans la région de la Plovdiv.

Les études faites dans notre pays constatent les transporteurs de piroplasmes si largement répandus. Quelqu'unes des tiques déjà mentionnées causent des intoxications de tique et la Paralyse à tique, largement répandue dans le pays (*I. ricinus*, *H. punctata*, *D. marginatus*). C'est pour la première fois qu'elle a été constatée par Pavlov dans la région de Wratza (1940) et par Pavlov et Milyowski en Macédoine (1942).

Les recherches chez l'homme constatent un lien entre la fièvre hémorragique du type Crimée et la propagation de la tique de l'espèce *Hyalomma plumbeum* (Tschumakov et Schindarov, 1953). Le rôle de la tique déjà mentionnée pour la propagation de cette maladie est en étude de Sarbova. Elle constate les formes actives de la tique au début d'avril, maximum au mois de mai et leur réduction aux mois de septembre—d'octobre. Cela explique aussi la tendance d'avoir cette maladie saisonnière automnale-estivale surtout au mois de juillet.

Chez la maladie «fièvre boutonneuse» Schindarov et Mitov ont fait des recherches chez l'homme d'où on voit la dépendance entre cette maladie et la présence des tiques des espèces *R. sanguineus* et *H. plumbeum*.

Dans ses recherches sur la fièvre de Marseille, Schindarov a établi le lien qui existe entre la maladie et les tiques de l'espèce *R. sanguineus*. Dans les conditions chez nous cette tique apparaît au mois d'avril, elle devient son maximum au mois de Juillet et elle disparaît au mois de septembre ou d'octobre. Son rôle est constaté grâce à l'isolement de la rickettsi — on a isolé 10 souches de *Dermacentroxenus conori*. Dans l'étude de virus de 301 tique prises sur des chiens, des animaux domestiques, des lièvres et de celles ramassées du sol-des tiques affamées. Dans 2 cas on a prouvé la transmission transovulaire de la rickettsie à la progéniture et dans un autre cas la conservation dans la métamorphose des nymphes. La maladie a un caractère saisonnière. Ce caractère-ci dépend de la dynamique de l'apparition de cette tique et du nombre de foyers actifs. On a fait récemment dans notre pays des recherches les plus vastes et les plus complètes sur le méningoencéphalite causé des tiques. Ces recherches sont le résultat du travail d'un grand collectif de spécialistes sous la direction de l'Académicien St. Angueloff de l'Académie des sciences de Bulgarie et aussi de l'académicien Blaschkovitch de l'Académie des sciences de Tschekoslovakie. Dans ces recherches



qu'on continue encore, l'intérêt principal fut attiré du rôle des tiques de l'espèce *Ixodes ricinus*.

Parallèlement à ces recherches un autre collectif de P. Pavlov et col. étudie le rôle des tiques pour la conservation et la propagation des brucelles dans le pays (Bourgas et Varna). C'est là que la maladie existe chez le porc, l'homme et chez certains animaux sauvages à cause des conditions spécifiques. La brucellose est une maladie, qui a un caractère de foyer dans un certain sens d'après E. N. Pavlovski. Les recherches de notre collectif réalisées jusqu'à maintenant constatent que les brucelles ont leur réservoir dans la nature chez les sangliers. C'est par eux que la contagion des porcs élevés en liberté à l'est des Balkans se réalise. Cette contagion se fait quand les truies sont fécondées des sangliers atteints de la brucellose, ou bien des truies malades de brucellose qui infectent les sangliers. C'est ainsi qu'on a un cercle pour la propagation et de l'entretien de l'infection. Les chiens, les lièvres, les renards jouent eux-aussi un certain rôle. Cependant ce n'est pas essentiel pour notre pays, où plutôt les animaux mentionnés ne sont pas le réservoir principal dans la nature. On n'a constaté, du grand nombre de lièvres examinés-320 et de renards-160 que quelque cas de cette maladie (5 lièvres et 3 renards), quoique on trouve chez beaucoup de renards observés des avortons et des placentas dans le tube digestif de renards.

Une question qui mérite l'attention c'est celle du rôle des tiques pour la conservation des brucelles dans la nature. Parmi les recherches faites jusqu'à présent les recherches de Galouzo et Col. (1944—1954), Kourtschatov (1954), Piniguine (1954), Goudoschnik (1955), Kotliarov et Gromashevskaja (1956) méritent notre attention. Dans leurs études ils constatent qu'on réussit très rarement d'isoler les brucelles que sur des exemplaires isolés. D'autre part certains auteurs annoncent que dans des conditions de laboratoire la contagion des tiques par brucelles ne se réalise pas toujours. Stepanov (1945), Aktakow (1950), Kolomakine (1954), Pilipenko (1955), Gourevitch (1955) annoncent que les expériences biologiques chez les cobayes avec les tiques n'ont pas réussi. Nous pensons que dans ce cas-là la question est plus compliquée et qu'il est nécessaire d'avoir en vue peut-être une série de conditions pour en trouver sa véritable résolution notamment le caractère de la souche, le type de brucella, la pathogénèse de ce type, les propriétés adaptives de brucelles vers les tiques de différentes espèces, etc. Galouzo, Zotov, Rementzova, Goudoschnik, Kolomakine ont constaté une transmission transovulaire et en état de métamorphose des brucelles chez les tiques des genres: *Hyalomma*, *Dermacentor*, *Haemaphysalis*. Des recherches faites jusqu'à présent dans des conditions de laboratoire on montré que les tiques susceptibles aux brucelles sont celles des genres déjà mentionnés plus haut.

Il faut avoir en vue comment on traite cette question dans la littérature et son importance pour certaines régions dans le pays, du point de vue théorique et pratique. Nous avons examiné des tiques ramassées de porcs malades de brucellose. Nous avons fait aussi des recherches de laboratoire sur des tiques des espèces *D. marginatus* et *H. plumbeum* à cause de constater leur susceptibilité de brucelles et leur possibilité de transmettre par les œufs les brucelles à sa progéniture. On a fait des expériences sur des cobayes. Les tiques ramassées de porcs étaient traitées en groupe d'après leur espèce. Une quantité du matériel d'elles broyé et mélangé dans l'eau physiologique fut injecté aux cobayes par voie sous-cutanée.

On a fait cela pour l'exactitude de recherches. Nous avons fixé notre attention dans ces expériences aux tiques des espèces *D. marginatus* et *H. plumbeum* à cause de leur grande propagation dans le pays et spécialement dans ces de Bourgas et Varna. C'est là qu'existent des foyers de brucellose et c'est surtout les tiques des espèces mentionnées qu'on trouve chez le porc dans ces régions, pendant la saison de la pâture.

On a fait les expériences dans nos recherches de la manière suivante: Un nombre de 1650 des tiques de l'espèce *D. marginatus* et *H. plumbeum* prises d'animaux malades de brucellose étaient préparées pour l'inoculation sur des cobayes, d'après la technique connue, en groupes de 30—40 et (1—2 cm<sup>3</sup> de la matière homogénisée) séparées par espèce. Par ce but on fit des inoculations à des cobayes. On les vérifiait chaque semaine d'après RAH. Ceux qui avaient réagit positivement sont tués et on en fait des encensemement sur des milieux correspondants et spécifiques. Ainsi on fut isoler 9 souches de *Brucella suis* des tiques de ces deux espèces, 6 de la tique *H. plumbeum* et 3 de la tique *D. marginatus*.

Les expériences pour isoler les brucelles des tiques donnèrent des résultats positifs dans 9 de 36 groupes, de tiques mentionnées. Dans ces conditions on doit avoir en vue et on doit utiliser comme méthode de travail pour l'isolement des brucelles des tiques non pas la recherche directe de leur isolement, mais la méthode qui en est plus efficace — celle du passage du matériel sur des animaux d'expérience — en préférence le cobaye.

Nous avons fait des recherches pour la transmission de la *Brucella suis* (l'unique espèce existante maintenant dans le pays) sur des cobayes par les deux espèces de tiques mentionnées, qui étaient incluses dans nos recherches dans tous leur stades de développement — de métamorphose. Pour ce but des tiques recoltées sur des animaux sains — gros bétail et buffles (des tiques femelles bien gorgées du sang et non infectées de brucelles) furent employées dans les expériences. On a constaté que les œufs des ces tiques ne contenaient pas des brucelles.

Le matériel expérimental fut employé pour les expériences. Les œufs pondus des tiques, mis dans des conditions favorables ont donné des larves. Ces larves sont fixées, par espèces de tique, sur 2 groupes de cobayes — 2 cobayes dans chaque une des ces groupes. Les cobayes en expériences ont été injectés avec *Brucella suis* 15 jours auparavant. A chaque cobaye on fixa 60—85 larves. Après que les larves se sont gorgées du sang, les larves de *D. marginatus* et les nymphes de *H. plumbeum* furent laissées pour la métamorphose. Après cela on fixa les tiques adultes de *H. plumbeum* et les nymphes de *D. marginatus* sur des cobayes de 2 groupes — 4 dans chaque une des groupes. A chaque cobaye on fixa de 12 à 16 exemplaires des tiques. Chaque semaine ces cobayes étaient examinés par RAH. Deux des cobayes ont réagit positivement en 26—34 jours après la fixation des tiques. Dans nos recherches bactériologiques nous avons isolé *Brucella suis* de ces cobayes réagit à RAH.

Les imagos de *D. marginatus* furent fixés (21) sur 2 cobayes. Les cobayes en expériences furent examinés chaque semaine par RAH. Ils ont réagit 27—33 jours après que les tiques sont fixées sur eux.

Les larves des deux espèces de la deuxième génération furent fixées (46—49) en 2 groupes de 2 cobayes. On les examina chaque semaine d'après RAH. Deux cobayes du groupe sur lesquelles on avait fixé *D. marginatus* et un cobaye du groupe sur lesquelles on avait fixe *H. plumbeum* réagirent négativement à la brucellose. L'autre cobaye réagit positivement 29 et 37 jours après la fixation des larves.

### Conclusion

1. Les tiques des espèces *D. marginatus* et *H. plumbeum* jouent un rôle pour l'entretien de l'infection de brucellose à *Br. suis* dans la nature et plus spécialement chez le porc, pendant la période de bactériémie de ce dernier.

2. Les recherches basées sur nos expériences montrent que *Brucella suis* peut se transmettre par les œufs au génération suivante pendant la métamorphose des tiques en question.

3. L'isolement des souches de *Brucella suis* est possible et beaucoup plus facile et plus commode non pas directement des tiques, mais par le passage (d'une substance broyée des tiques) sur des cobayes.

Quant à Tularemie je peux dire les faits suivants. En faisant des recherches sur la Brucellose nous avons utilisé les sérums des animaux sauvages pour une recherche sur la Tularemie. Comme antigène de contrôle nous avons utilisé *Br. suis* et *Dermacentor conori*. Dans ces recherches nous avons constaté une réaction tout à fait spécifique (1:200—400—800 même à 1:3200) avec les sérums de tortues *Testudo graeca*. En même temps les sérums des lièvres, les renards, les Achacales et les autres animaux sauvages ont donné une réaction d'agglutination négative toujours.

La réaction avec les sérums des tortues reste spécifique aussi et d'après la méthode de saturation. La réaction d'agglutination était spécifique dans 19% de tous les 176 tortues examinées, chez les deux sexes de différente âge et provenant de différents endroits de la région de Bourgas.

Des tortues qui ont réagit positivement nous n'avons pas réussi isoler une souche de *B. tularensis* jusqu'à présent en inoculant matériel d'elles à des souris.

Sur les tortues examinées et qui ont réagit positivement nous avons constaté des tiques de l'espèce *H. plumbeum* et *H. scupense*. Les tiques en question broyées en groupes de 20—30 sont injectées par voie souscutanée à des cobayes. Les 5 cobayes traités jusqu'à présent n'ont pas montré une réaction positive.

Nos recherches sur cette maladie sont encore en cours pour une explication de réaction positive spécifique chez les tortues en tenant compte pour le fait épidémique et épizootologique ayant en vue aussi que la maladie n'est pas encore constatée dans le pays chez l'homme, les animaux domestiques et les animaux sauvages et plus spécialement dans les régions où les tortues donnent une réaction positive.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. BALANDINE, K. S.: Journ. Mikrobiol. Epidemiol. Immunolog. NI, 1954. — 2. GALOUZO et REMENZOVA: Veterinarija, 1954 et 1960. — 3. KOLOMAKINE, G. A.: Ibid., 1956. — 4. PRITULINE, P. M.: Ibid, 1954. — 5. REMENZOVA, M. M.: Troudi Instituta kracvoj patologii, Kazak. Acad. Nau, T. III, 1956. — 6. REMENZOVA, M. M.: Ibid, T. VI, 1958. — 7. REMENZOVA, M. M.: Veterinarija, 1959. — 8. JACOTOT et VALLEE: Ann. Inst. Pasteur, 1954. — 9. WITTE, J.: Münch. Tier. Wschr., 1941. — 10. THOMSEN, A.: Zschr. Infkrh. Hyg. d. Haustiere, 1938. — 11. BENDSEN, CHRISTIANSEN und THOMSEN: Nordisk Veter. med., 1954. — 12. BENDSEN, CHRISTIANSEN und THOMSEN: Ibid., 1956. — 13. ULASEVITCH, P. S.: Troudi VJEV, T. XXII, 1959. — 14. PAVLOV, P.: Recueil Méd. Vétérinaire, 1938.

#### DISCUSSION

C. B. PHILIP: Were strains of *Bact. tularensis* in your laboratory passed experimentally in ticks (e.g. *Dermacentor marginatus*), and if so, did transovarial passage to eggs occur?

P. PAVLOV: Nous n'avons pas encore fait des recherches sur la transmission ovulaire de *B. tularensis* chez les tiques. La maladie est constatée jusqu'à présent serologiquement—une souche de *B. tularensis* n'est pas encore isolée chez nous.

# THE NATURAL HISTORY OF TULAREMIA IN ALASKA

CLUFF E. HOPLA

The University of Oklahoma, Norman

Earlier investigations by Philip (1938) and by Philip, Gill, and Geary (1954) revealed the presence of tularemia organisms in Alaska. The positive isolations in both of these studies were made from pools of *Haemaphysalis leporis-palustris* taken near Fairbanks from the varying hare. Williams (1946) reported the first human case of tularemia in Alaska from a trapper who had been handling muskrats at Northway.

In other regions of the world adjacent to Alaska, the disease has long been reported. Significant works by Banfield (1954) in Canada; Voskresensky (1943), Karpoff and Antonoff (1936), and Schmidt (1947) are but a few from the USSR.

The present study was undertaken to learn more of the incidence of tularemia among human populations and to gain an understanding of the geography and animals involved in the natural cycle.

## Materials and Methods

To accomplish the goal stated above, a many-fold approach was initiated. A skin testing and serology program was undertaken to establish the incidence of tularemia in the Native population. Secondly, mammals were captured and organs such as the spleen were removed, stored in buffered glycerine while in the field. Upon return to the laboratory these tissues were washed under sterile conditions, ground and injected into guinea pigs and/or white mice for the possible recovery of tularemia organisms. Ectoparasites were removed from the animals, stored under the proper conditions for each group concerned for the possible recovery of tularemia organisms by feeding experiments and by grinding and injecting them into animals. Specimens of ectoparasites were retained in alcohol for identification. Fourth, animal resistance tests were performed upon various native indigenous mammals to determine their susceptibility to a virulent strain (Sm, LD<sub>50</sub> of 10-9.6 for white mice).

## Results

A total of 815 natives were skin tested and 7.5 per cent of the population revealed a past history of tularemia infection. The age group from 6-19 years represented 50 per cent of the population tested but only 10 per cent of the positive skin tests. Contrasted to this was the age group from 50-59 years which made up 5 per cent of the population tested, but 26 per cent of the positive skin tests. No significant difference between the sexes was noted, although females were slightly higher than the males. Approximately equal numbers of both sexes were tested. Data from the hemagglutination test gave essentially the same results as the skin test.

The following number of animals were captured and the spleens removed for possible recovery of tularemia organisms. Arctic ground squirrel (*Citellus undulatus*) 250, red backed vole (*Clethrionomys rutilus*) 1,500, arctic vole (*Microtus economus*) 2,223, red squirrel (*Tamiasciurus hudsonicus*) 150, varying hare (*Lepus americanus*) 650, muskrat (*Ondatra zibethicus*) 25, pikas (*Ochotona collaris*) 20, shrews (*Sorex* sp.) 300, marmots (*Marmota* sp.) 6.

With the exception of one muskrat, all the above animals proved negative for tularemia organisms. The organisms isolated from the muskrat was of low virulence. Utilizing the method of Reed and Muench (1938), an LD<sub>50</sub> titration in white mice and guinea pigs was 10-3.8 and 10-4.2 respectively.

The examination of the following ectoparasites and hematophagous insects was undertaken. Siphonaptera: *Orchopeas cadens* 203, *Monopsyllus vison* 360; Tabanidae, *Tabanus septentrionalis* 130, *T. serfasciatus* 183, *T. gracilipalpis* 75; Ixodidae, *Haemaphysalis leporis-palustris* 4,359.



Of the above arthropods, only one pool of ticks removed from willow grouse (*Lagopus lagopus*) were infected with tularemia organisms. An LD<sub>50</sub> titration of white mice and guinea pigs, and cotton-tail rabbits was 10—4.0, 10—4.0, and 10—4.5 respectively.

### Discussion

The skin test and serology results indicate that tularemia is widespread throughout central Alaska. North of the 68° parallel and a narrow strip south of this, along the coast to Nome, appears to be relatively free of tularemia. To what extent this zone continues along the coast south of Nome is not known. A higher rate was experienced in those villages considered heavy muskrat trapping localities. This is believed to be more than a coincidence.

Little information is available concerning the varying hare as a direct agent in the transmission of tularemia to man. Green (1939) indicated that infections resulting from contact with these hares was extremely low in Minnesota. Pauls (1953) reported 8 cases of tularemia from the Fairbanks-Steese Highway area. It seems likely that these cases arose from contact with varying hares. However, this is not in agreement with serology studies conducted in the Fairbanks area which indicated that the residents of this particular area were relatively free from tularemia. No other small terrestrial mammal in Alaska is utilized more as a food by the native population. However, it is utilized as a source of food during the colder months of the year when the rabbit tick is largely, if not entirely, absent from the hares. No epizootics of tularemia have been reported among the tremendous populations that this animal periodically reaches. Experimental work and the observations of other workers lead one to think that such an epizootic would not be likely to happen.

The possible role of blood sucking Diptera was discussed; it is believed that they are likely to be of importance only under restricted, localized conditions. It is difficult to render competent judgement for this particular phase of the problem since so little is known of the feeding habits of these insects in Alaska.

All of the tularemia organisms isolated during this study were of low virulence. While there is not a sufficient number of titrations to establish a general trend, it is significant in that it conforms with the mild type of infections which occur at times in muskrats and contaminated water in vast areas of Russia.

It is thought (at the present time) that the majority of human cases of tularemia in Alaska does not depend upon arthropods for transmission, but that it is closely related to a beaver-muskrat-water association.

### LITERATURE

- BANFIELD, A. W. F. Can. J. Zoo., 32: 139, 1954. — GREEN, R. A. Minn. Con. No., 67: 14, 1942. — KARPOFF, S. P. and ANTONOFF, N. I. J. Bact., 32: 243, 1936. — PAULS, F. P. Data compiled for indoctrination of Medical at Elmendorf Air Force Base, Alaska, 1953. — PHILIP, C. B. and PARKER, R. R. Pub. Hlth. Repts., 53: 574, 1938. — PHILIP, C. B., GILL, G. G., and GEARY, J. M. Amer. J. Par., 40: 484, 1954. — REED, L. J. and MUENCH, H. A. Amer. J. Hyg., 61: 229—234, 1938. — SCHMIDT, B. Zeits. Hyg. Infektionskr., 127: 139, 1947. — VOSKRESENSKY, B. V. In: Tularemia Infections, edited by L. M. Khatenever. Union Institute of Experimental Medicine, chapter 2, pp. 28—47. Moscow. 1943. — WILLIAMS, R. B. Pub. Hlth Repts., 61: 875, 1946.

# EINTEILUNG DER ZECKEN (Acariformes, Ixodidae) IN WESTSIBIRIEN, IM ZUSAMMENHANG MIT DEN NATURHERDEN DER ZECKENENZEPHALITIS UND DES OMSKER HÄMORRHAGISCHEN FIEBERS

G. J. NETSKI, O. W. RAWDONIKAS

Forschungsinstitut für Infektionen mit natürlicher Herdenbildung, Omsk, UdSSR

Die Verbreitung der Zeckenansteckungsherde der Enzephalitis und des Omsker hämorrhagischen Fiebers in Westsibirien befindet sich im Einklang mit der Zoogeographie der hauptsächlichsten Arten der Zecken (Acariformes, Ixodidae) - *Ixodes persulcatus* P. Sch., *Dermacentor pictus* Herm., *Dermacentor marginatus* Sulz.

Die Zecken dieser drei Arten sind eben die geraden Verbreiter des Virus bei Enzephalitis, die angegebenen 2 Arten *Dermacentor* sind die Verbreiter des Omsker hämorrhagischen Fiebers.

Ungeachtet dessen, daß die Zecken-Enzephalitis und das Omsker hämorrhagische Fieber epidemiologisch und der antigenen Struktur des Virus nach gleich sind, so unterscheiden sie sich klinisch und der Verbreitung nach.

Man kann von folgenden Verbreitungszonen der Zecken auf Temperatureinfluß und der Feuchtigkeit in Westsibirien sprechen:

a) Zone der negativen Jahrestemperatur, da, wo sich die Niederschläge vom Süden nach Norden allmählich vermindern (in der nördlichen Taiga und der Tundra). In dieser Zone gibt es keine von den genannten Zecken. Auf dem Territorium von zehn großen Verwaltungsbezirken dieser Zone wurde die Erkrankung an der Zecken-Enzephalitis und am Omsker hämorrhagischen Fieber nicht registriert.

b) Die Zone mit mittlerer Temperatur (die durchschnittliche Jahrestemperatur beträgt ungefähr Null Grad); hier ist die höchste Feuchtigkeit, auch die am meisten stabile Feuchtigkeit (das ist der südliche Teil der Taiga mit Vorgebirge und Bergen im Südosten Westsibiriens und der nördlichen Waldsteppe). Hier sind die Daseinsbedingungen der Zecken und folglich auch die Anhäufung der Viren verhältnismäßig am stabilsten. Folglich unterscheiden wir Zonen mit hydrophilen und kältewiderstandsfähigen *Ixodes persulcatus* (in der Taiga und in der Übergangszone) und Zonen, wo der *Dermacentor pictus* dominiert (in der Waldsteppe, im nördlichen Teil), wo auch der *Dermacentor marginatus* vorkommt.

In 63 Verwaltungsbezirken dieses Territoriums (53,0 Prozent) gibt es Erkrankungen in 57 Bezirken an Zecken-Enzephalitis, in 3 Bezirken ist das Omsker Fieber registriert und noch in 3 Bezirken gleichzeitig beide Infektionen. Die Zecken-Enzephalitis ist in der Zone am meisten verbreitet, wo der *Ixodes persulcatus* dominiert (in der Taiga, besonders im Vorgebirge und in den Bergen). Das Omsker Fieber kommt hauptsächlich dort vor, wo der *Dermacentor pictus* dominiert, hauptsächlich in der nördlichen Waldsteppe.

c) Die Zone mit positiver Jahrestemperatur und mit periodischen Dürren. Hier unterscheidet man die Zone der allmählichen Ersetzung des *Dermacentor pictus* durch den Wärme und Trockenheit liebenden *Dermacentor marginatus* (in der südlichen Waldsteppe) und die Zone, wo der *Dermacentor marginatus* dominiert (in der Steppe). Für diese Bezirke sind große periodische Schwankungen der Zahlenmäßigkeit der Zecken und der kleinen Säugetiere charakteristisch; das ist mit der Dürre verbunden, die sich nicht selten auch auf die nördliche Waldsteppe verbreitet. Hier sind die Daseins-

bedingungen der Zecken und folglich auch die Verbreitung und Anhäufung der Viren am wenigsten stabil.

Demgemäß wurden nur in 8 Verwaltungsbezirken dieses Territoriums (also 14,5 Prozent) Erkrankungen an Zecken-Enzephalitis und am Omsker Fieber registriert.

Es muß unterstrichen werden, daß die Zecken-Enzephalitis dort vorkommt, wo *Ixodes persulcatus* fehlt und das Omsker Fieber vorkommt, wo *Dermacentor marginatus* dominiert.

Vieljährige Beobachtungen zeigen, daß kein spezifischer Zusammenhang zwischen den Erregern der beobachteten Infektionen und den verschiedenen, oben beschriebenen Zecken besteht.

Die territorielle Einteilung der Herde der Zecken-Enzephalitis und des Omsker Fiebers in Westsibirien hängt zusammen größtenteils mit dem Einfluß des Klimas und der Landschaft auf die Biozönose der ixododiden Zecken und auch auf die Zahl ihrer Populationen.

Die epidemiologische Rayonierung muß im gegebenen Fall bei dieser Gesetzmäßigkeit in Betracht gezogen werden.

### DISKUSSION

H. TAMBS-LYCHE: Ich möchte wissen: Wie hoch ist die Mortalität bei Encephalitis in USSR?

G. NETSKI: Die Mortalität variiert nach der Gegend. Im Westen gibt es im allgemeinen keine Todesfälle, im Osten betrug die Sterblichkeit bis zu 20% und mehr, aber jetzt werden nur mehr einzelne Todesfälle registriert (Ergebnis der Vaccination!).

C. B. PHILIP: What is considered important reservoir, small animals or tick vectors?

G. NETSKI: Some 30 spp. small rodents are concerned, but believes ticks are the important reservoirs!

H. TRAPIDO: 1. Welche Tiere sind das Hauptreservoir des Virus? 2. Wie ist der Übertragungsmechanismus? 3. Ist die Sterblichkeit groß?

G. NETSKI: 1. Das Hauptreservoir des Virus sind Zecken und nicht Säugetiere.

2. Der Mechanismus und die Bedeutung der transovarialen Übertragung des Virus sind nicht geklärt. Wahrscheinlich spielt in der Dessimination des Virus zwischen den Zecken die Transfusionsübertragung die Hauptrolle.

3. Die Sterblichkeit wegen Zecken-Encephalitis ist in West-Sibirien praktisch nicht vorhanden. Im Fernen Osten (UdSSR) erreichte sie 20% und sogar mehr, jetzt aber werden nur einzelne Todesfälle registriert (das Ergebnis der Vaccination).

## ARGASIDAE (Acariens Ixodoidea) DE FRANCE ET D'AFRIQUE DU NORD

JACQUES COLAS-BELCOUR et JEAN RAGEAU<sup>1</sup>

Institut Pasteur de Paris et Office de la Recherche Scientifique Outre-Mer

La répartition géographique des *Argasidae* en France et en Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie) n'a fait l'objet d'aucun travail d'ensemble depuis la révision de Senevet en 1937. Nous avons donc repris cette étude en révisant la littérature consacrée à ces tiques, y ajoutant les références ayant trait à nos collections ainsi que les renseignements obligeamment fournis par

<sup>1</sup> Cette note n'est que le résumé de notre communication au Congrès qui paraîtra *in extenso* dans les Archives de l'Institut Pasteur du Maroc avec toutes les citations d'auteurs et références bibliographiques.

divers chercheurs<sup>2</sup> et indiquant leur rôle dans la transmission des seules borrélioses, bien que certains de ces *Argasidae* s'avèrent également vecteurs naturels ou expérimentaux d'autres infections (acgyptianelloses, salmonellose, pasteurellose, rickettsioses, viroses).

Les espèces étudiées comprennent pour la faune de France et d'Afrique du Nord:

*Argas (Argas) reflexus* (Fabricius, 1794), Latreille 1796. Parasite du pigeon et accidentellement, de l'homme, il possède une vaste répartition dans l'hémisphère Nord et existe vraisemblablement dans toute la France où il a été signalé dans l'Allier, les Ardennes, le Bas-Rhin, les Basses-Alpes, les Bouches du Rhône (Morel, 1960), la Charente, la Corrèze (Morel, 1960), la Gironde, la Lozère, la Meurthe et Moselle, le Nord, les Pyrénées-Orientales (Morel, 1960), le Rhône, la Seine, le Tarn, la Vendée, l'Yonne et a été observé en outre en Normandie. En Afrique du Nord, il n'est connu que d'Algérie. Il serait susceptible de transmettre *Borrelia anserina* d'après des travaux de Schellack (1908).

*Argas (Argas) persicus* (Oken, 1818) Fischer de Waldheim (1823) n'a pas été trouvé en France. Sa vaste distribution géographique s'étend en Espagne jusqu'à Barcelone et en Italie jusqu'à Trieste. Parasite bien connu des oiseaux de basse-cour et accidentel de l'homme, il transmet aux volailles *B. anserina* en Algérie, Tunisie et Maroc.

*Argas (Carios) vespertilionis* (Latreille, 1802) Neumann, 1896. Parasite de nombreux Chiroptères des régions paléarctique, orientale, et éthiopienne, il a été observé en France dans l'Allier, les Bouches du Rhône, le Calvados, la Haute-Saône, la Gironde (Lamontellerie, 1960), l'Indre et Loire, les Pyrénées-Orientales, la Seine et en Afrique du Nord (Algérie, Tunisie). Sa grande répartition serait due aux migrations de certains de ses hôtes dont l'amplitude des vols peut atteindre 750 km (*Nyctalus noctula*) et même 1150 km (*Myotis myotis*) (Heim de Balzac et collab. 1955). *A. vespertilionis* est vraisemblablement le vecteur de *Borrelia vespertilionis* Nicolle et Comte, 1906.

*Ornithodoros coniceps* (Canestrini, 1890) Neumann, 1896. Espèce paléarctique, est le seul Ornithodore connu en France (Aude, Basses-Alpes, Bouches du Rhône (Morel, 1960), Gers (Morel, 1960), Haute-Garonne (Morel, 1960), Lot et Garonne et Pyrénées-Orientales. Il existe également au Maroc et en Tunisie. Parasite du pigeon, accidentellement de la chauve-Souris et de l'homme, il a été signalé en Tunisie et surtout en Angleterre sur divers oiseaux marins.

Il ne paraît pas jouer de rôle dans la transmission des borrélioses. *Ornithodoros arenicolous* Hoogstraal, 1953. Il existe en Tunisie où il a pour hôte le Gondi auquel il transmettrait une *Borrelia* des Rongeurs (*B. gondii* Nicolle 1907).

*Ornithodoros delanoei* Roubaud et Colas-Belcour, 1931. Espèce Nord-africaine trouvée au Maroc et qui ne paraît pas jouer de rôle vecteur.

*Ornithodoros normandi* Larrousse, 1923. Il n'a été rencontré qu'en Tunisie dans les terriers des rongeurs auxquels il transmet *Borrelia normandi*, Spirochète appartenant au groupe des *Borrelia* de Rongeurs.

*Ornithodoros foleyi* Parrot, 1926. Espèce décrite d'après des spécimens recoltés dans le Sahara algérien.

*Ornithodoros savignyi* (Audouin, 1827) Koch, 1844. Répandu en Afrique, au Proche-Orient et au Moyen Orient, il parasite les bovins, les chameaux et, occasionelle-

<sup>2</sup> Nous adressons nos bien sincères remerciements à M. M. Lamontellerie et P. Morel qui ont bien voulu nous communiquer les stations où ils ont récemment observé ces *Argasidae* et qui feront l'objet de leurs travaux ultérieurs, ainsi qu'à M. J. Hobart de l'University College of North Wales pour son envoi d'Ornithodores d'Angleterre.



ment, l'homme. Il est connu de la Tunisie et de l'Algérie, mais non du Maroc. Il n'a jamais été trouvé naturellement infecté bien qu'il soit un excellent vecteur expérimental de diverses borrelioses.

*Ornithodoros erraticus* (Lucas, 1849) Neumann, 1896. Il existe dans toute l'Afrique du Nord (Algérie, Maroc, Tunisie) et se présente au Maroc sous ses deux formes différentes par la taille et la distribution géographique: la petite forme décrite comme *O. erraticus sonrai* Sautet et Witkowski, 1944, tique xérophile et méridionale et la grande forme plus hygrophile, septentrionale et occidentale. Toutes deux vivent dans les terriers sur les rongeurs ou les vertébrés à sang froid. La petite forme transmet des borrelioses de rongeurs du groupe *microti-merionesi-crocidurae*, différentes dans leur pathogénicité pour les animaux de laboratoire ou l'homme; la grande forme est le vecteur bien connu de *Borrelia hispanica*, agent de la spirochètose hispano-nord-africaine.

### Conclusion

Les *Argasidae* signalés en France semblent répartis sur tout son territoire et ont une vaste distribution dans l'Ancien Monde comme leurs hôtes susceptibles de migrations: oiseaux ou chauves-souris. Hoogstraal (1956) a insisté sur le cas de l'*A. reflexus* importé notamment par les pigeons. Il en serait de même pour l'*O. coniceps*, parasite également du pigeon mais aussi des oiseaux de mer, et qui, sous ce rapport, est comparable à l'espèce très voisine *O. capensis* Neumann, 1901 des îles de l'hémisphère austral jusqu'aux Galapagos (Rageau et Vervent, 1958). Les Chiroptères, hôtes de l'*A. vespertilionis*, pourraient également disséminer cette tique de proche en proche au cours de leurs déplacements saisonniers ou même à grande distance lors de migrations vraies. Cette propagation des *Argasidae* français est assurée grâce à un caractère biologique commun à toutes leurs espèces: la longue durée de leur fixation sur l'hôte au cours des repas larvaires et qui peut varier de quelques jours (*A. reflexus*, *O. coniceps*) à plus d'un mois dans certaines observations personnelles sur *A. vespertilionis* (Colas-Belcour, 1933). Sous ce rapport, ces *Argasidae* sont donc comparables aux *Ixodidae* dont Hoogstraal et Kaiser (1958) ont pu observer le déplacement à grande distance sur des oiseaux migrants allant d'Europe et d'Asie en Afrique ou vice-versa et qu'ils ont pu collecter au cours de leur transit en Egypte, question reprise récemment par Theiler (1959). La biologie des espèces françaises est bien moins variée que celle des espèces nord-africaines, dont quelques-unes peuvent se nourrir sur les reptiles ou les batraciens, car ce sont des parasites inféodés aux homéothermes à température élevée: chauves souris et oiseaux. Leur rôle pathogène se limite aux lésions des piqûres et, jusqu'ici, aucune borreliose à tiques n'a été signalée en France, bien que vraisemblablement *B. vespertilionis* y existe, comme en Italie et en Angleterre.

Les *Argasidae* plus particulièrement nord-africains existent sur tout le pourtour méditerranéen suivant la répartition de leurs hôtes de prédilection et sont souvent localisés dans certains biotopes (*O. delanoei*, *O. normandi*, *O. erraticus*, *O. arenicolous*, *O. foleyi*). Ces tiques sont vectrices de *Borrelia* souvent spécifiques, voire même plus ou moins différenciées géographiquement dans les souches isolées d'une même espèce: les cas de fièvre récurrente à tiques sont donc sporadiques et situés au voisinage des gîtes de ces *Argasidae*. Blanc cite ainsi le cas d'une grotte des environs de Casablanca qu'il avait prospectée et où il avait trouvé de très nombreux *O. erraticus* infectés de *B. hispanica*: tout sujet sensible y pénétrant contractait presque sûrement la fièvre récurrente.

Même une espèce de vaste répartition, l'*O. savignyi*, peut se heurter à une barrière écologique telle que, répandu sur les rives Sud du Chott el Djerid (Sud Tunisien) il n'a

pu coloniser la rive Nord malgré des conditions de milieu et d'hôtes apparemment semblables (Langeron, 1921; Colas-Belcour, 1931).

La localisation de certaines espèces, *O. normandi* par exemple, qui vivent dans les terriers de rongeurs s'explique par leur exigence d'un degré hygrométrique élevé et constant réalisé dans leur biotope particulier et la faible durée de leur repas de sang qui n'excède pas une heure, ne permettant guère leur transport par l'hôte.

Ces particularités écologiques nécessitent donc, pour chaque territoire, une étude toujours plus précise de la répartition des espèces d'*Argasidae* qui concorde avec celle des foyers de fièvre récurrente.

#### BIBLIOGRAPHIE

COLAS-BELCOUR, J., 1931: Arch. Inst. Pasteur Tunis, 20 (1): 66—72. — COLAS-BELCOUR, J., 1933: Bull. Soc. Path. exot. 26 (7): 937—40. — HEIM DE BALZAC, H., BOURLIERE, F., GRASSE, P. P., 1955: Traité de Zoologie 17 (2), Les mammifères, Masson Paris: 1789—90. — HOOGSTRAAL, H., 1956: African Ixodoidea I. Ticks of the Sudan. Dept. Navy, Bur. Med. Surgery NAMRU 3: 1101 p. — HOOGSTRAAL, H. et KAISER, M. N., 1958: Ann. Ent. Soc. America 51 (1): 12—15. — LANGERON, M., 1921: Arch. Inst. Pasteur Afr. N. 1 (4): 347—382. — RAGEAU, J. et VERVERT, G., 1958: Bull. Soc. Path. exot. 51 (2): 238—244. — SCHELLACK, 1908: cité par NUTTALL, G. H. E., WARBURTON, C., COOPER, W. F. et ROBINSON, L. E.: Ticks. A monograph of the Ixodoidea. 1. Argasidae. Cambridge Univ. Press: 104 p. Bibliogr. 35 p. — SENEVET, G., 1937: Faune de France 32. Ixodoides. Paris: 100 p. — THEILER, G., 1959: Proc. 1st. Pan Afric. Ornith. Congr. Ostrich Sup. n. 3: 353—378.

#### DISCUSSION

- J. FRAGA DE AZEVEDO: Je veux demander au Dr. Colas-Belcour quels sont les endroits où il cherche l'*Ornithodoros erraticus* s'il veut étudier sa distribution et s'il a trouvé beaucoup d'exemplaires infectés par des *Borrelia*. Je dois informer qu'au cours d'une enquête que j'ai pu faire au nord du Mozambique je n'ai pas trouvé des *Ornithodoros moubata* infectés par des *Borrelia*.
- J. COLAS-BELCOUR: La recherche de l'*O. erraticus* doit être faite dans les terriers de rongeurs ou les divers stades se trouvent dans le tamisage du sol. Le repas de sang pris sur des animaux (cobayes, rats) montre assez fréquemment leur infection. Sur six lots de tiques provenant de terriers de Mauritanie, envoyés par P. Morel, nous avons récemment encore isolé deux souches de *Borrelia merionesi*.

## ON NEW EXCRETORY GLANDS OF TICKS<sup>1</sup>

B. FELDMAN-MUHSAM and YAEL HAVIVI

Department of Parasitology — Hebrew University — Jerusalem, Israel

(See plate XV)

In 1848 Géné (1) discovered in ticks an organ which Nuttall named later (1908) (2) in his memory "Géné's organ". It is true that Géné erroneously assumed it to be the receptaculum seminis; but already Bertkau (1881) (3) suggested that Géné's organ provides the eggs with a waterproofing covering.

Since then, several studies on the morphology and physiology of the organ were made. [Christophers 1906 (4); Samson 1909 (5); Robinson and Davidson 1914 (6);

<sup>1</sup> This investigation was supported by research grant RG.-4531 from the National Institutes of Health, US. Public Health Service.

Lees and Beament 1948 (7); Arthur 1953 (8)]. But all these authors mention only G  n  's organ and G  n  's glands in connection with oviposition in ticks.

Recently during study of the internal anatomy of gravid females of some ixodid ticks, it was noticed that, in addition to the well-known G  n  's glands, other glands, possibly accessory glands, are apparently associated with oviposition. These glands are found in a group on either side of G  n  's organ. There are about 25 glands in each group in *Rhipicephalus sanguineus* s. str. and about 40 in *Hyalomma excavatum*. The glands were also found in *Boophilus annulatus* but not in *Ornithodoros tholozani* (Argasidae).

In *R. sanguineus* the gland consists of 10—13 cells arranged roughly in a circle. Each gland has a common duct (Fig. 1). When fully developed and in function the gland attains ca.  $\frac{1}{2}$  mm in size. It is not more than  $\frac{1}{10}$  of a mm when the gorged female leaves its host. The glands were not detected in the starved female, the nymph or the male.

At the early stages of development of the glands, each cell contains a large nucleus and a very small vacuole; these are placed within the cells in such a way that with respect to the gland as a whole they form two rough concentric circles: the vacuoles near the centre of the gland and the nuclei at its periphery. When the female begins to lay eggs the gland attains full development. The centre of each cell is then occupied by a large vacuole, and the nucleus is pushed to the side. A tiny intracellular canalicule is leading from the vacuole to the common duct of the gland (Fig. 2).

On staining with methyleneblue secretion droplets may be followed from the vacuole, through the intracellular canalicule to the main duct and in the duct itself. The secretion droplets are first formed in the cytoplasm in numerous tiny vacuoles, all around the main vacuole, then the droplets concentrate in the large vacuole, and the small vacuoles disappear. By the end of oviposition the gland begins to degenerate, and the vacuole becomes lobed.

These glands contribute no doubt to the action of G  n  's organ, and may have additional functions. The nature of the contribution of the newly discovered glands is still to be investigated.

#### REFERENCES

- (1) G  N  , G. (1844): Mem. d. R. Accad. Torino, 2nd ser. IX.: 751. — (2) NUTTALL, G. H. F. (1908): *J. Inst. Publ. Health*, 16: 385. — (3) BERTKAU, P. (1881), *Verh. Naturh. Ver. Preuss. Rheinl.* 38: 146. — (4) CHRISTOPHERS, S. R. (1906). *Sci. Mem. Med. Sanit. Dep. India No. 23*. — (5) SAMSON, K. (1909): *Z. Wiss. Zool.* 93: 185. — (6) ROBINSON, L. E. & DAVIDSON, J. (1914): *Parasitology*, 6: 382. — (7) LEES, A. D. & BEAMENT, J. W. L. (1948): *Quart. J. Microsc. Sci.* 89: 291. — (8) ARTHUR, D. A. (1953), *Parasitology*, 42: 161.

# SINNESPHYSIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN MUSCA DOMESTICA L.

R. WIESMANN, Basel (Schweiz)

Manuskript wird an anderer Stelle publiziert.

## ABSTRACT

Auf Grund eingehender Laborversuche konnte festgestellt werden, daß Farben für die Stubenfliege sehr verschiedene Attraktivwerte aufweisen. Am attraktivsten wirken rote Farben, Purpur bis Braunrot. Hierauf folgen in deutlichem Abstand in absteigender Reihenfolge die Gruppe Schwarz, Orange, Violett, und nochmals weniger anlockend sind Grün und Blau, während Gelb und Weiß von den Fliegen nur wenig beachtet werden.

Es wurde weiter festzustellen versucht, welche Bedeutung Rot in der Biologie der Stubenfliege besitzt. Dabei ergab sich, daß Rot an den Nahrungstrieb der Fliegen appelliert, indem der optische Reiz des Rot die Fliegen zum Ausstoßen des Rüssels und zu Fraßversuchen anregt, selbst auf trockenem roten Papier, während auf andersfarbigen Papieren diese Reaktionen nur in ganz geringem Maße eintreten, meist aber unterbleiben. Wird Rot mit Wasser kombiniert, dann stellt sich nicht nur der Rüsselreflex ein, sondern dann regt das Rot die Fliegen auch zu ausgiebigem Trinken an, wie dies sonst nur bei Zuckerwasser der Fall ist. Wasser kombiniert mit anderen Farben ergibt bei den Fliegen nur ein ganz kurzes Trinken resp. Nippen. Der Attraktivwert von Rot plus Wasser entspricht nach Vergleichsversuchen einer 4—5%igen Saccharoselösung auf Weiß. — Der optische Reiz des Rot scheint demnach für *Musca* gleichbedeutend wie schwach süß zu sein.

## DISKUSSION

O. HECHT: Dr. Wiesmanns Ergebnisse zeigten deutlich, daß neben der Bevorzugung eines relativ hellen Rotes eine deutliche Vorliebe für Schwarz oder Dunkel besteht. Wir haben in Versuchen mit *Anopheles*-Mücken (drei mexikanische Arten) bei der Auswahl von Ruheplätzen eine deutliche Schwarz-Bevorzugung gesehen; bei Mücken, die so gerne gegen Dunkelheit fliegen, überrascht dies nicht. Aber eine Schwarzbevorzugung durch Stubenfliegen, die so gerne auf hellen, besonnten Flächen sich niederlassen, ist ein seltsames Ergebnis.

# LABORATORY STUDIES ON THE ROLE OF INSECTICIDES IN THE ECOLOGY OF HOUSE FLY POPULATIONS

RAIMON L. BEARD

The Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven, Conn., USA

In the study of any ecological factor it must be kept in mind that insects in a suitable environment adapt within limits to the particular environment. This is true even if insecticides are factors to be considered, unless, of course, they make the environment completely unsuitable. For this reason, laboratory studies of this type must be interpreted in terms of the test situation. The justification for using such artificial environments is that principles may emerge which have wider application.

The environment of the house flies in my studies has been described (Beard, 1958). It is a closed system for the continuous breeding of flies little disturbed by external manipulation. The flies themselves, by their physiological capabilities and behaviour, determine their own numbers and distribution.

The individual rearing unit consists of one container for food suitable for oviposition and larval development. This is attached to a flight compartment where food and water for adults are supplied. Twelve of these units are assembled in an intercommunicating



B. FELDMAN-MUHSAM and Yael HAVIVI: On new excretory glands of ticks

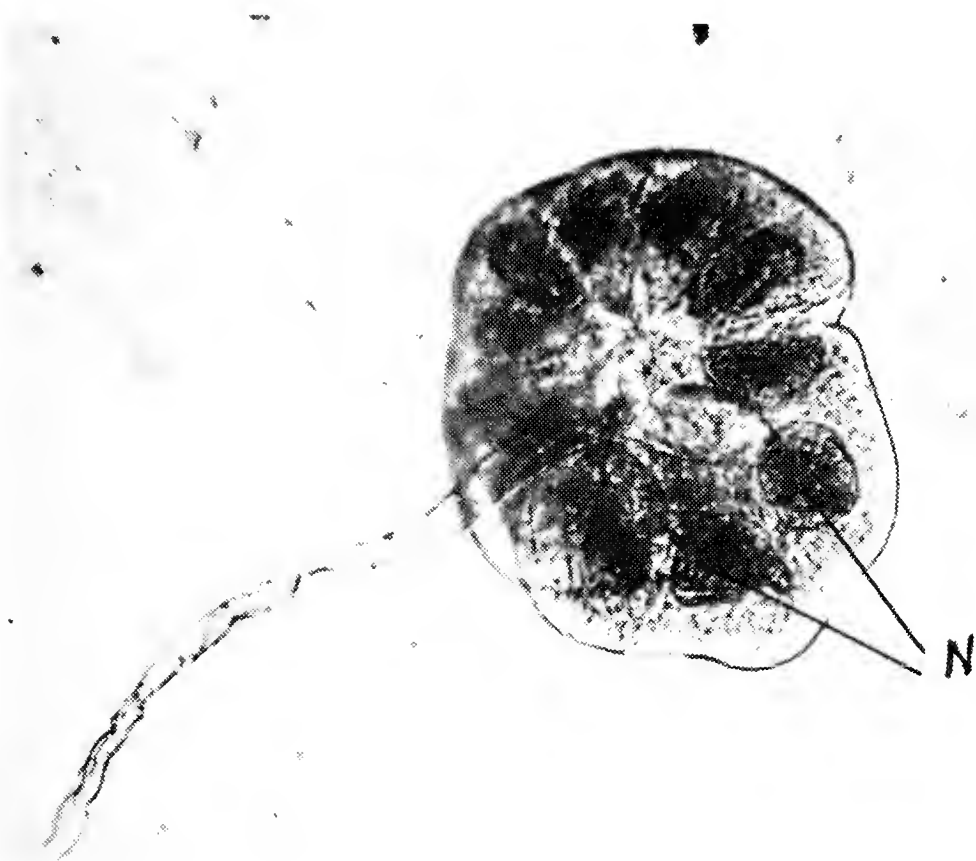


Fig. 1. Accessory gland of *R. sanguineus*; on day of descent from host. n—nucleus (stained with methyl-green-pyronin).

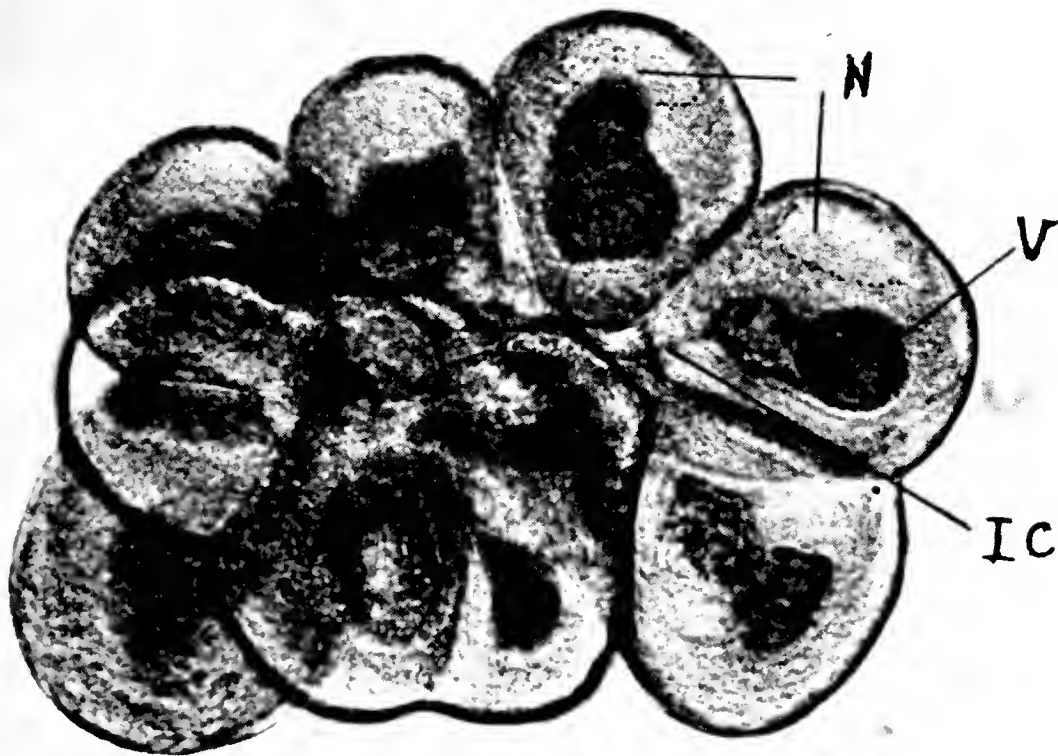


Fig. 2. Accessory gland of *R. sanguineus*; on fifth day of oviposition. V—vacuole. IC—Intra-cellular canalicule (stained with methylene blue).



series. Every two weeks the four oldest units are removed and four new units are added. The new units contain standard amounts of food. No additional food or water is given after the units are assembled. The invasion of new sites requires a dispersal effort by the flies developing in the established units. This readily occurs unless few flies are present.

This differs from the type of population model used by L'Herittier, Tessier, Wright and Dobzhansky (see Wright and Dobzhansky, 1946) in that flies have less direct access to new sites, and the time for presenting new resources is on a different basis. It differs from the Nicholson (1954) technique in that the environment is standardized for continuous rearing and the resources are not modified for specialized observations.

Into the test environment insecticides can be introduced in a variety of ways. Customarily insecticides are applied in two or three of the four units leaving the other one or two as areas of escape. Random activity or dispersal pressures dictate as to which flies become exposed to the insecticides.

It has become especially obvious that flies in such an environment do not behave and respond in the same way as flies kept in single units, even though the units are otherwise identical. One gets the impression that whereas flies in a single unit act as a group of independent individuals, flies in a complete intercommunicating system act more as a community in a low level social system in which competitive factors are intensified in some cases and reduced in others. Reaction to environmental hazards seems to be more of a group response than the sum of individual reactions.

It has also become obvious that different insecticides do not act alike as simple killing agents to reduce insect numbers according to expectation based upon independent toxicity studies. A corollary of this is that different insecticides have different potentialities for inducing resistance to the respective chemicals. Inasmuch as the development of resistance is a most important aspect of the insect's adaptation to its environment, this deserves special emphasis.

I would like to outline several situations that have been observed or are suggested as possibilities that illustrate how different the role of insecticides can be as factors in the environment.

A trapping action has been observed. This is not frequent, but when it occurs it is dramatic. Random fly activity and the presence of a prompt, effective killing agent are all that may be necessary. As flies are exposed to the chemical they die before they reproduce or escape. Random dispersal brings more flies to the area and they die in turn, giving the appearance of a one-way migration into a trap. If this happens in a short and critical time, the population may completely die out, regardless of its size, as has happened in the presence of dipterex and lindane. This suggests that a true attractant together with a toxic agent might be a still more effective trap, but it might also be more selective because of differential responses to the attractant. Trapping action based upon random dispersal and prompt kill is not likely to be selective.

The pattern of distribution that might result from use of an effective repellent has not been observed. Treatment of three of four units with Tabutrex (dibutyl succinate) did not modify fly distribution, fly numbers, nor the course of development. In this situation this chemical was an ineffective repellent.

If the removal of individuals from a population by chemical action is at random, it is of course non-selective. It is difficult to be sure that killing action can be random, but pyrethrum, as used, illustrates one kind. Pyrethrum was sprayed into the units when flies were abundant. All flies exposed at that time were killed. Survival of the colony was possible because some flies escaped exposure or matured and reproduced

in between exposures. This is believed to be the reason why no resistance was observed in 50 generations of rearing, but maintained at low levels by pyrethrum.

If the flies killed are those that by chance are exposed to the insecticide rather than those that are genotypically the most susceptible, randomness prevails over selective action. This is difficult to evaluate, but the behavior of fly populations suggests that this random component is far greater with such insecticides as dipterex and diazinon than with DDT and dieldrin and may account for their lower potentials for inducing resistance.

The general concept of development of resistance emphasizes the selective action of chemicals because of differential susceptibilities of individuals to the primary toxic effect of the chemical. Evidence is strong that this is true and that much of the resistance to the chlorinated hydrocarbons is of this nature. Several workers (e.g. Beard 1958, Kerr *et al.* 1957, Meltzer 1958, Oppenorth 1956, Spiller 1958) are of the opinion, or have presented data, that suggests that resistance phenomena are not adequately explained on the basis of selection by primary toxic action alone. Selection on the basis of secondary toxic action, action not recognized as toxic but bearing some genetic relationship to the toxic action, or obscure interactions must be called forth to explain some situations.

In the fly series under discussion, several situations may be cited in evidence that the primary toxic action, or at least the most obvious killing action, is only one of the selecting mechanisms and that others may be equally important.

Although fly larvae are much less susceptible to DDT than are adults, treatment of larval media leads to resistance as fast as does treatment directed primarily at adults. To be sure adults do not necessarily escape exposure when larval medium is treated, but the selective pressure by primary toxic action is considerably less as indicated by numbers in the populations.

Another situation, if confirmed, is evidence that selective forces other than the primary toxic action are operating. In this case flies were reared in the presence of tetra nitro p p' DDT. This was presented to adults and was incorporated in the larval medium. This chemical is an analog of DDT, but under conditions of use had no obvious killing action. After 11 generations, the flies showed a definite trend toward resistance to DDT although they had not previously been exposed to it (Figure 1). Whether this was fortuitous or will continue to develop remains to be seen.

The results of a comparison of several other series are difficult to explain on the basis of selection by primary toxic action alone. They could more readily be explained on the basis of the interaction of primary and secondary toxic action. The four series in question included flies given no insecticidal treatment, flies exposed to DDT, flies exposed to dieldrin, and flies exposed in the adult stage to DDT and in the larval stage to dieldrin. When all were tested for susceptibility to DDT, it was found that dieldrin selected for DDT resistance more effectively than did DDT itself (Figure 2). But DDT and dieldrin used together were still more effective in selecting for DDT resistance. These were not unique situations, as eight other series were consistent with this pattern. I have been told that field experience in controlling the cotton boll weevil has met with somewhat similar situations. In contrast DDT did not select for dieldrin resistance. Such results cannot be explained on the basis of assumed primary toxic action and simple cross-tolerance. Secondary toxic effects, side effects, and even non-toxic physiological effects genetically associated with the poison effects must be explored.

One other type of observation deserves comment. In a number of series, flies have gradually lost their reproductive powers and ultimately died out. This phenomenon has been reported by others (see Knutson, 1959). To what extent this is a direct effect



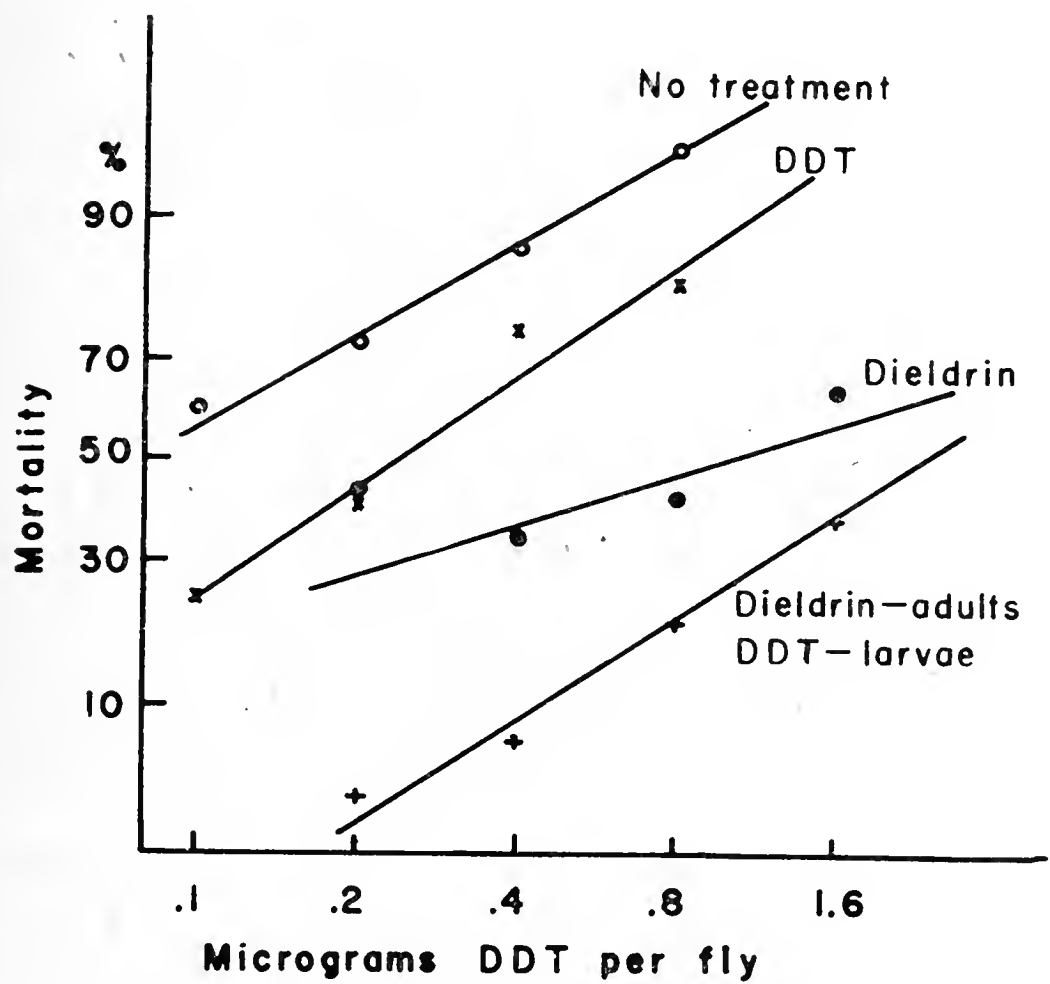
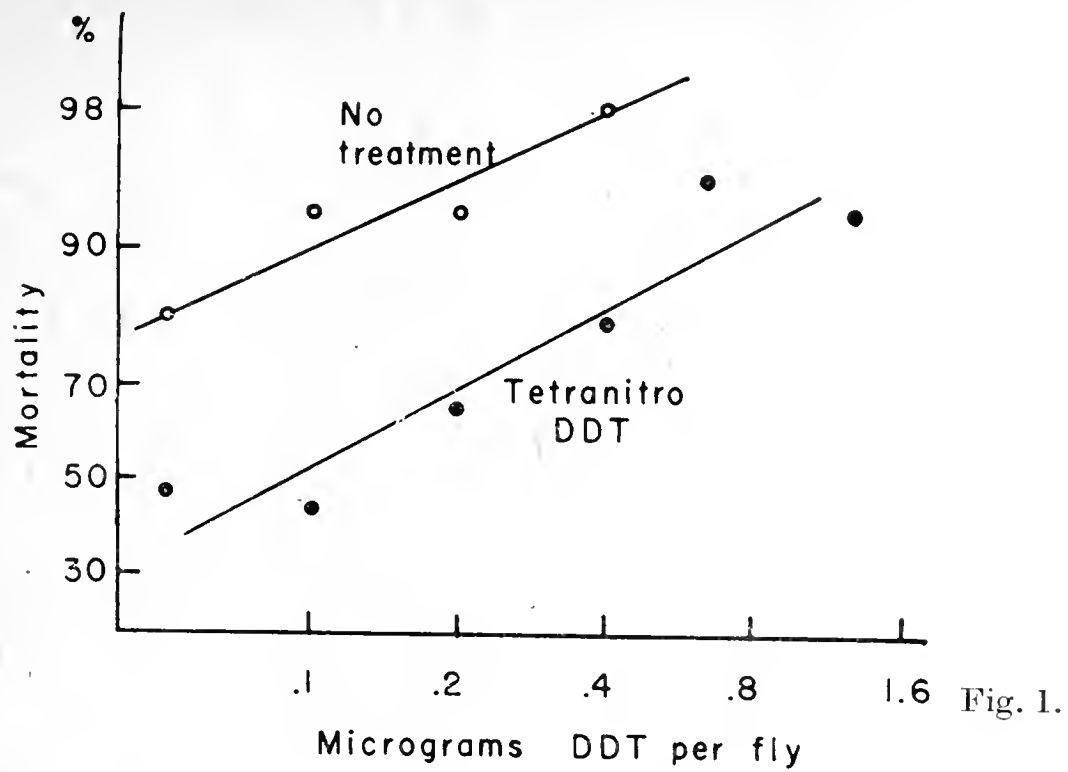


Fig. 1 and 2. Dosage-mortality curves for flies treated with DDT after breeding 11 generations exposed to chemicals indicated.

of the chemical is not known. It is not a consequence of inbreeding alone. It is probably a genetic situation similar to that described by Mather and Harrison (1949) and represents as they point out "the power of correlated response, due to linkage, to change characters even against the trend of natural advantage."

To one seeking nice generalities these diverse population responses to chemicals are frustrating. There is no doubt that insect populations even in such a model system as here used show adaptive behaviour that individual insects cannot do. But the very diversity of responses to different chemicals offers promise that the development of resistance and the ultimate build-up of populations need not be an inevitable consequence of long-continued use of insecticides.

## LITERATURE

BEARD, R. L., 1957. Selection of physiologic strains of *Oncopeltus* and its relation to insecticide resistance. Conn. Agric. Exp. Sta. Bull. 611. — BEARD, R. L., 1958. Laboratory studies on house fly populations. I. A continuous rearing system. Conn. Agric. Exp. Sta. Bull. 619. — KERR, R. W., VENABLES, D. G., ROULSTON, W. J., and SCHNITZERLING, H. J., 1957. Specific DDT-resistance in houseflies. Nature, 180: 1132—33. — MATHER, K., and HARRISON, B. J., 1949. The manifold effect of selection. Heredity, 3: 1—52; 131—62. — MELTZER, J., 1958. Unspecific resistance mechanisms in the house-fly, *Musca domestica* L. Indian Jour. Malariology, 12: 579—588. — NICHOLSON, A. J., 1954. Compensatory reactions of populations to stresses, and their evolutionary significance. Austral. Jour. Zool. 2: 1—8. — OPPENOORTH, F. J., 1956. Resistance to gamma-hexachlorocyclohexane in *Musca domestica* L. Arch. Neerland. Zool., 12: 1—62. — SPILLER, D., 1958: Resistance of insects to insecticides. New Zeal. Entom. 2: 34—51. — WRIGHT, S. and DOBZHANSKY, Th., 1946. Genetics of natural populations. XII. Genetics, 27: 373—94.

## DISCUSSION

D. DRESDEN: Is it true that the trapping action, sometimes found in your insecticide-treated units, is due to something else than an effect of dosage?

R. L. BEARD: The trapping action I mention is not an effect of dosage. It is a situation which occurs infrequently and seems to happen when a generation of flies emerges within a short period, and the flies, by random activity, reach a lethal environment before any reproduction occurs.

J. KEIDING: 1) Have you run parallel cultures with and without treatments to show the significance of the differences?

2) Does the number of flies fluctuate in cycles?

R. L. BEARD: 1) Cultures are run in parallel with and without insecticidal treatment, and replicates of series reared without insecticide show good agreement when tested for susceptibility to insecticides.

2) The numbers of flies in populations reared without insecticides do fluctuate, but not cyclically.

F. J. OPPENOORTH: Is there an explanation of the production of resistance to DDT through the addition of the DDT analogue, if this analogue does not kill any of the flies?

R. L. BEARD: I have no explanation. I speculate that there are selective mechanisms operating which are not apparent!

## THE EFFECT OF ACCEPTABLE AND UNACCEPTABLE COMPOUNDS ON THE ORIENTATION OF HOUSEFLIES AND MOSQUITOES

MICHA BAR-ZEEV

Israel Institute for Biological Research, Ness-Ziona, Israel

Houseflies and mosquitoes (as well as many other insects) are known to possess contact chemoreceptors on the tarsi (Frings and Hamrum 1950, Wallis 1954, Dethier 1955, Hudson 1956). Most of the physiological studies on contact chemoreception in insects have centered around the feeding response, and very little is known as to the role of these chemoreceptors on the orientation of insects. The purpose of the present investigation was to fill this lacuna by studying the effect of the four taste modalities: sweet, salty, sour and bitter, on the orientation of houseflies and mosquitoes.

### Materials and Methods

The method and apparatus is fully described in a previous paper (Bar-Zeev 1960a); here, only the main features and some variations of the method will be described. The insects were confined in a petri dish (15 cm in diameter, 2 cm high) covered with a mosquito gauze. The bottom of the petri dish was lined with two semicircular filter papers, one was moistened with 2.5 ml of the test solution, and the other with 2.5 ml of distilled water.

The petri dish, containing the insects, was kept at constant temperature ( $26 \pm 1^\circ\text{C}$ ), and the ambient relative humidity (R. H.) could be controlled. Counts were taken every half minute of insects standing only on the filter papers. After every second count, in the case of mosquitoes, or every fourth count, in the case of houseflies, the petri dish was jarred by means of a lever to change the position of the insects. After 20 counts the petri dish was turned  $180^\circ\text{C}$ , and 20 more counts were taken. In each such test 20 mosquitoes or 12 houseflies were used, and the test was replicated six times with different insects. The index of reaction (I. R.), was calculated from the formula  $100 (D-T)/N$ , where  $D$  = number of insects on the filter paper treated with distilled water,  $T$  = number of insects on the filter paper treated with the test solution,  $N$  = total number on both filter papers. An I. R. of 0 indicated no preference. A positive value (the maximum is +100) shows preference to the surface treated with distilled water. A negative value (the maximum is -100) shows preference to the surface treated with the test solution. In a set of experiments, twice the standard error indicates that a significant orientation has taken place.

Houseflies (unpublished data) and mosquitoes (Bar-Zeev 1960a) avoid very strongly a wet surface and moderately the air close to it (a distance of 2 cm). Two techniques were used to overcome this difficulty: 1) The gauze which covered the petri dish, containing the insects, was moistened with distilled water and covered with a moistened glass plate. The insects were, therefore, distributed on the top and bottom which were both moist. Under these conditions about 30% of the mosquitoes and houseflies stood on the filter papers. 2) Antennectomized mosquitoes were used, in view of the fact that their hygrometers are located on the antennae (Roth and Willis 1952, Bar-Zeev 1960b). In this case, the upper surface of the petri dish was not moistened and the ambient R. H. was 61%. About 60% of antennectomized mosquitoes stood on the wet filter papers. With houseflies, however, antennectomy was not successful since antennectomized houseflies still avoided a wet surface (indicating that hygrometers are probably located also on some other parts of the body).

"Mosquitoes", will designate female *Aedes aegypti* L., 4—5 days old, which never had a blood meal. "Houseflies" will designate females and males of *Musca vicina* Macq., 4—5 days old, which were fed on sugar and water only.

### Results

*Response to solutions.* In the following experiments the response of houseflies and mosquitoes to solutions of the four taste modalities was determined; in the experiments with sucrose, the houseflies and mosquitoes were deprived of sugar, but not of water, for 48 hours, and the proboscises removed prior to the experiment to prevent feeding. Results are given in Table I.

It can be seen that houseflies avoided very strongly quinine hydrochloride, strongly acids ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$ ), strongly to moderately various salts. The order of avoidance of the chlorides was  $\text{CuCl}_2 > \text{KCl} = \text{HgCl}_2 \geq \text{BaCl}_2 = \text{NaCl}$ . Sucrose had no effect on the orientation of the houseflies.

Mosquitoes were far less affected than houseflies. The only compounds which the mosquitoes (intact or antennectomized) avoided, were the salts  $\text{CuCl}_2$  and  $\text{HgCl}_2$ . All other compounds had no effect on their orientation.

*Effect of a difference in relative humidity.* The same technique was employed to determine the effect of a R. H. difference on the intact insects caused by comparing solutions with distilled water. (This difference is most probably very slight, due to the low concentrations used and to the upper surface which was also moist.) In order to prevent contact of the insects with the filter paper a double stainless steel screen, 1 mm thick, soldered at the edges, was used. The screen covered the filter papers, fitting exactly the bottom of the petri dish. Counts were taken as previously of insects standing on the screen above the surface treated with the solutions of the test com-

Table I  
Response of houseflies and mosquitoes to salts, acids, quinine and sucrose  
Index of reaction (I. R.)  $\pm$  standard error

Compounds used	Houseflies	Intact mosquitoes	Antennectomized mosquitoes
Distilled water (control).....	$-2.6 \pm 4.6$	$2.9 \pm 3.7$	$-3.4 \pm 2.0$
0.1 M $\text{CuCl}_2$ .....	$72.8 \pm 3.9$	$63.0 \pm 9.9$	$60.7 \pm 4.0$
0.1 M $\text{KCl}$ .....	$42.8 \pm 8.4$	$4.3 \pm 3.2$	$4.2 \pm 4.5$
0.1 M $\text{HgCl}_2$ .....	$39.0 \pm 4.3$	$57.4 \pm 3.6$	$39.4 \pm 6.1$
0.1 M $\text{BaCl}_2$ .....	$26.2 \pm 8.7$	$5.7 \pm 3.9$	$-5.2 \pm 4.8$
0.1 M $\text{NaCl}$ .....	$23.2 \pm 9.6$	$3.8 \pm 4.5$	$4.6 \pm 2.7$
0.1 N $\text{H}_2\text{SO}_4$ .....	$68.4 \pm 7.1$	$-3.8 \pm 4.2$	$4.9 \pm 5.1$
0.1 M $\text{HCl}$ .....	$75.7 \pm 4.9$	$4.7 \pm 3.9$	$-3.9 \pm 4.8$
0.1 M Quinine hydrochloride..	$97.1 \pm 0.8$	$0.7 \pm 2.8$	$-4.2 \pm 3.7$
1 M sucrose .....	$2.8 \pm 5.2$	$-3.2 \pm 4.6$	$2.9 \pm 3.7$

pounds (0.1 M of  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{HCl}$ , quinine hydrochloride), and on the screen above the surface treated with distilled water. The orientation of houseflies and mosquitoes was not affected in this way.

When similar experiments were carried out on houseflies, using a *saturated* solution of  $\text{NaCl}$  (a salt which they avoid) and, therefore, a much greater difference in R. H., most of the flies stood on the side treated with  $\text{NaCl}$ , whether a screen was used or not, (without a screen, I. R. =  $-88.0 \pm 5.2$ ; with a screen, I. R. =  $-74.1 \pm 6.1$ ). This shows that the flies will prefer to stand on the unacceptable salt, but at a lower R. H., than on a non-salty surface, at a high R. H.

*Response to solid salts.* Some of the salts which houseflies and mosquitoes avoided, were tested in a solid state by the same method, one semicircular filter paper was immersed in a 1 M solution of the salt and dried. The ambient R. H. was 61%. Dry  $\text{CuCl}_2$  was thus tested on houseflies and  $\text{CuCl}_2$  and  $\text{HgCl}_2$  on mosquitoes. Houseflies avoided strongly  $\text{CuCl}_2$  (I. R. =  $66.8 \pm 7.2$ ) and mosquitoes less strongly both  $\text{CuCl}_2$  (I. R. =  $46.3 \pm 6.9$ ) and  $\text{HgCl}_2$  (I. R. =  $33.5 \pm 6.4$ ).

*Effect of dry  $\text{CuCl}_2$  on the biting of mosquitoes.* Since mosquitoes avoided  $\text{CuCl}_2$ , it was of interest to determine if mosquitoes will bite through the dry salt. For this purpose, part of the skin of a human arm was heavily painted with a saturated solution of  $\text{CuCl}_2$ , and left to dry. Female mosquitoes were then confined in a glass tube, closed at one end with gauze and the other end held tightly to the treated surface of the arm. The tube was held horizontally. No mosquito fed nor tried to probe on the treated skin although mosquitoes were sometimes standing on it. On a non-treated skin, most of the mosquitoes will feed under such conditions within a few minutes.

Discussion

The results show that the orientation of houseflies is affected, to a greater or lesser extent, by unacceptable compounds, due to contact chemoreceptors on the tarsi, whereas the orientation of mosquitoes is far less affected. Hudson (1956), studying preference of oviposition sites, found that mosquitoes, including *A. aegypti*, can distinguish, by contact chemoreceptors on the tarsi, relatively low concentrations of salts (0.085 M),



much lower than that used in the present experiments (0.1 M). The orientation of *A. aegypti* and *Phormia regina* Meig., however, was not affected by contact with a 2 N  $\text{NH}_4\text{Cl}$  solution (Frings and Hamrum 1950).

It is generally assumed that repellents act not only as vapors, but also by contact. However, it has not yet been demonstrated that contact chemoreceptors are actually involved in repelling the mosquitoes; in fact there are indications (Bar-Zeev and Smith 1959) that dimethyl phthalate acts only as a vapor repellent on mosquitoes. As pointed out by Dethier (1953), there is every indication that there are two systems at work, one mediating responses to acceptable compounds (sugars), and the other to unacceptable. The observation that the unacceptable compounds tested had no effect on the orientation of mosquitoes, except for the two salts  $\text{CuCl}_2$  and  $\text{HgCl}_2$ , is a further indication that most of the repellents probably repel only by vapor. It is, however, possible, that repellents may prevent mosquitoes, which have landed on a treated skin, from biting, as observed with dry  $\text{CuCl}_2$ . This latter observation is rather interesting, as it indicates the possible importance of compounds of very low volatility, which will prevent mosquitoes from biting. Such compounds will most probably remain effective for a far longer period of time than ordinary repellents due to their low volatility. In using repellents, the important criterion is the protection from biting rather than from landing on the skin. It has been shown by Galun and Fraenkel (1957) that a substance may be accepted by the tarsi and yet be rejected by the mouth parts.

As shown here, sucrose had no effect on the orientation of the insects. It is possible that in view of the fact that the insects used were not capable of feeding (due to removal of their proboscises), they did not prefer to stand on a sugar solution.

## REFERENCES

- BAR-ZEEV, M. (1960a). Ent. exp. et appl. 3: 198—211. — BAR-ZEEV, M. (1960b). Ent. exp. et appl. 3: 251—256. — BAR-ZEEV, M. and SMITH, C. N. (1959). J. econ. Ent. 52: 263—267. — DETHIER, V. G. (1953). Biol. Bull. 105: 257—268. — DETHIER, V. G. (1955). Proc. R. Ent. Soc. Lond. (A). 30: 87—90. — FRINGS, H. and HAMRUN, C. L. (1950). J. N. Y. ent. soc. 58: 133—142. — GALUN, R. and FRAENKEL, G. (1957). J. cell. comp. Physiol. 50: 1—23. — HUDSON, B. N. A. (1956). J. exp. Biol. 33: 478—492. — ROTH, M. L. and WILLIS, E. R. (1952). J. Morph. 91: 1—14. — WALLIS, R. C. (1954). Amer. J. Hyg. 60: 135—168.

## DISCUSSION

J. PRATT: If theory is true that contact chemoreceptor on tarsi do not function in repellency but that repellents act as vapor, why were antennectomized mosquitoes repelled?

BAR-ZEEV: As could be seen from the table all compounds except two ( $\text{CuCl}_2$  and  $\text{HgCl}_2$ ) had no effect on antennectomized mosquitoes as well as intact mosquitoes. I, therefore, said that it is an indication that most repellents probably repel only by vapor.

O. HECHT: The subject has much in common with the irritation of insects by contact with certain insecticides, mainly DDT. We measured irritability of anopheline mosquitoes introducing them into large transparent plastic cylinders, whose both circular ends were covered with card board disks lined on their inner sides with DDT-impregnated papers. We counted during periods of 20 minutes the flights of the anophelines, to and fro. As *Anopheles* sp. and *Aedes* sp. can not cling to the very smooth plastic material, the method seems also useful for studying irritation by contact with other substances than insecticides, the more because filter papers on both ends of the cylinders could be kept equally moistened.

# ALTERATIONS IN THE OVOGENESIS OF THE HOUSEFLY (*Musca domestica* L.) UNDER THE INFLUENCE OF INSECTICIDES

V. A. LINEVA

Martsinovski Institute of Medical Parasitology and Tropical Medicine  
Ministry of Public Health, USSR

Sublethal doses of insecticides, such as DDT, diazinon and chlorophos (Dipterex), when applied to a number of successive generations of houseflies cause pathological alterations in their ovogenesis.

We have made observations of fly strains, susceptible and resistant to DDT, both in laboratory and natural conditions, when treated with DDT, chlorophos and diazinon.

Pathological irregularities we have observed can be differentiated as follows:

*1st type*—Holding up of one or several mature eggs in ovaries (Fig. 1, A).

Under the influence of DDT and chlorophos pulsation of ovarian tubes and lateral oviducts is violated, and as a result a portion of mature eggs remains in ovarian tubes or in lateral oviducts. Diazinon on the contrary provokes spastic contraction of the terminal pedicles, which causes holding up of mature eggs in ovarian tubes.

*2nd type*—Holding up of the whole portion of mature eggs.

According to the data acquired by V. P. Derbeneva-Ukhova (1935) when ovogenesis of the *Musca domestica* is normal later follicles do not develop beyond II A—II B stage until mature eggs of the previous portion still remain in ovarian tubes. It is only the oviposition which serves as a stimulus for development of later follicles. This regularity was violated under the influence of all the three insecticides. Due to DDT and chlorophos, though mature eggs were delayed in the ovarian tubes, the development of the later follicles started but ceased at stage III. When diazinon was applied primary and second follicles fully developed and even third follicles began to develop (Fig. 1, B).

*3rd type*—Asynchronous development of follicles.

Under the influence of all the three insecticides in ovarian tubes after the oviposition, there can be observed the violation of synchronous development of follicles; the follicles of the same order may be found to be at different ovogenesis stages, from early to mature eggs. Diazinon and chlorophos caused these irregularities less often than DDT did (Fig. 1, C).

*4th type*—Degeneration of follicles.

All three insecticides cause degeneration of developing follicles.

If DDT and chlorophos were applied at intermediate developmental stages of ovogenesis degeneration embraced primary and second follicles, while in the case of diazinon, third and fourth follicles were also included.

At the earlier stages of ovogenesis follicles were as a rule quite normal and continued to develop up to the II-B stage. It was only at that stage that the degeneration began.

At earlier stages the follicles degenerate only if the larvae and imaginal stages were exposed to the influence of poison (Fig. 1, D).

*5th type*—Absence of follicle differentiation.

When experimenting with DDT the females were observed having ovarian tubes without the usual chain of developing follicles, but with tubes which looked like a long filled with a homogeneous substance. Diazinon and chlorophos experiments did not testify to such changes in ovarian tubes (Fig. 1, E).

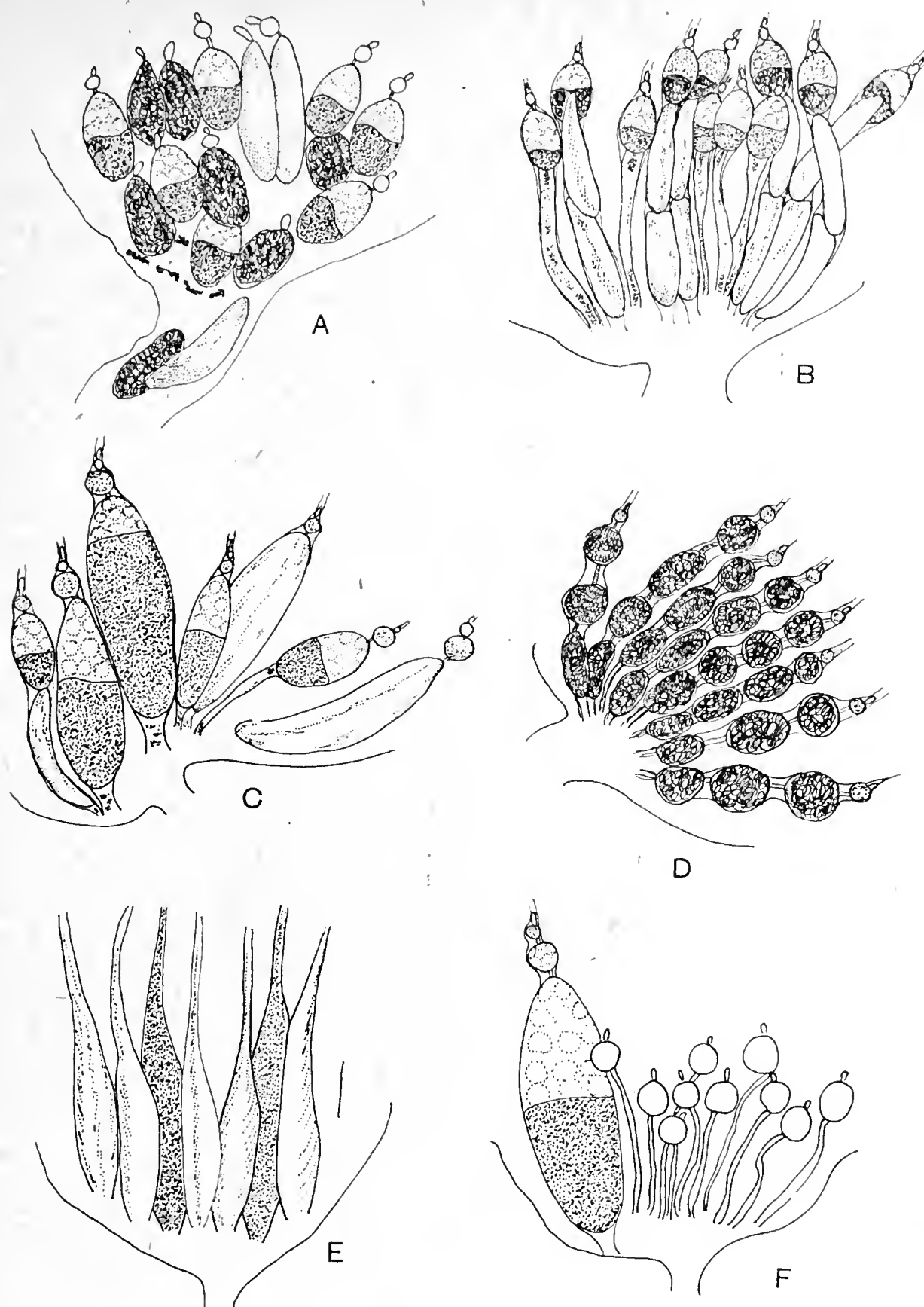


Fig. 1. Different pathological irregularities.

*6th type*—Cessation of follicle development at an early stage of ovogenesis.

Under the influence of DDT and chlorophos the follicle development ceased at an early stage in several (7 to 14) neighbouring ovarian tubes. With diazinon no such irregularities have been observed (Fig. 1, F).

It is difficult to establish strict boundaries between all types of irregularities, since, for example, prolonged delay of mature eggs in ovarian tubes causes degeneration of the eggs, while the delayed eggs cause asynchronous development of follicles. Sometimes in one and the same ovary one may observe different types of irregularities.

The above enumerated irregularities of ovogenesis decreased fertility of females and sometimes even caused their complete sterility. The females of those generations where the greatest irregularities were observed sometimes did not leave a single batch of eggs during their whole lifetime. Those who did still had lesser number of eggs: one batch contained 64 to 82% eggs less than that of control.

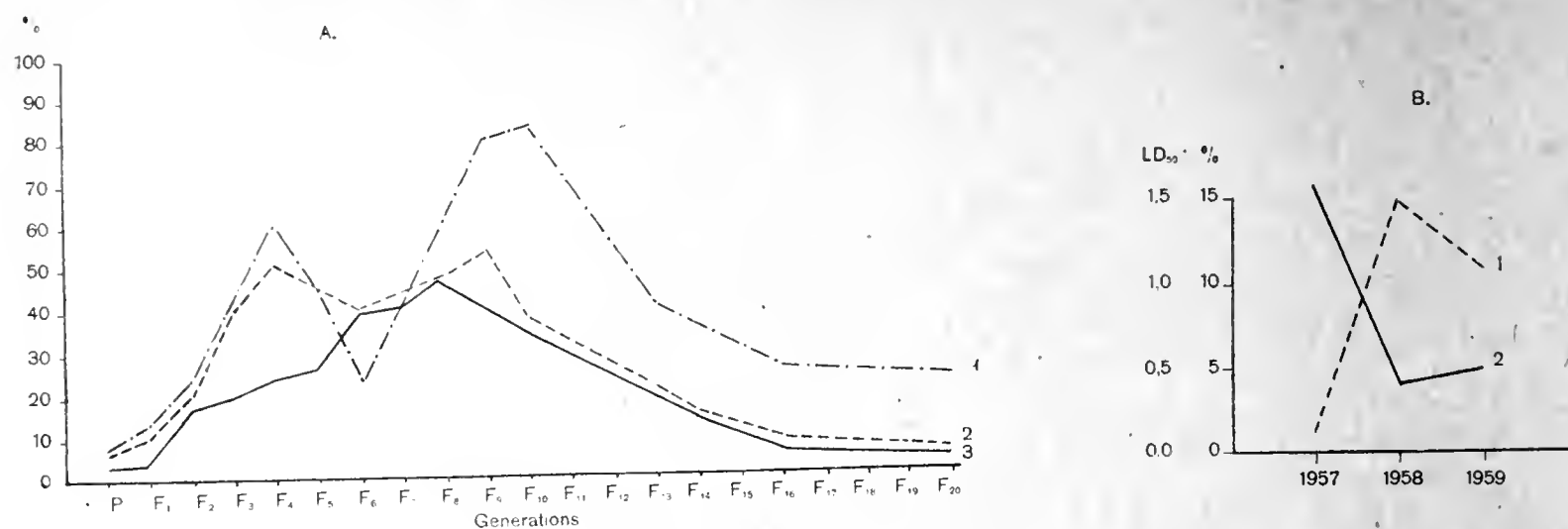


Fig. 2 A. Percentage of females with pathological alterations of ovogenesis in successive generations (different strains).

Fig. 2 B. Influence of chlorophos on the field population. 1—Per cent of females with pathological alterations of ovogenesis. 2—LD<sub>50</sub> of chlorophos.

The irregularities of ovogenesis occur with the females of the first generation, exposed to the influence of insecticides, sometimes during the very first ovogenesis cycle, but, more often, after the first oviposition; later on, during the following cycles, the irregularities increase.

In successive generations (from 3rd to 4th or from 8th to 10th, depending upon experimental conditions) percentage of females with pathological alterations of ovogenesis increases; however, later on successive generations, despite their continuous exposure to the insecticides, testify to the decrease of percentage of females with ovogenesis irregularities (Fig. 2, A).

Decrease of pathological ovogenesis alterations occurs in earlier or later generations depending upon different factors; initial strain of flies, the insecticide used and the mode of its action. If an insecticide acts simultaneously upon the larvae and the adults the irregularities in the ovogenesis occur with a greater part of females of a greater number of generations than if it acts only upon larvae or only upon adults. DDT-resistant strains quicker overcome the poisonous influence of a new insecticide than the DDT-susceptible ones.

The observations over the alterations of the ovogenesis process as well that of the susceptibility of the natural housefly populations to DDT and chlorophos confirmed laboratory data acquired at the IMPATM laboratory of synanthropic flies (V. P. Derbeneva-Ukhova, V. A. Lineva; 1951, 1955, 1957, 1960).

Increase of ovogenesis irregularities went on parallel to that of susceptibility of females to the insecticide applied. For example, during the first year of practical appliance of chlorophos the susceptibility of flies was the same and the number of females with ovogenesis irregularities was normal.

During the second year there appeared females with characteristic alterations of ovogenesis; the percentage of them was 6 to 8 times higher than in the control, while the flies were 4.5 times more susceptible to chlorophos than during the first year.

During the third year their susceptibility remained without any changes as compared with the second year. The number of females with ovogenesis irregularities decreased from 15.4 per cent to 11.3 per cent (Fig. 2, B).

The fourth year of experiments with chlorophos is now in progress.

One can suppose that systematic observations over the quantity of flies with pathological ovogenesis irregularities may be used for flycontrol: decrease of percentage of flies with ovogenesis irregularities testifies to the establishment of the developed fly resistance to the insecticide applied and the necessity of new fly-control measures to use.



# SOME DATA ON THE DEVELOPMENT AND LOSS OF INSECTICIDE RESISTANCE IN HOUSEFLY (*Musca domestica* L.) IN LABORATORY AND NATURAL CONDITIONS

V. P. DERBENEVA-UKHOVA

Laboratory of synanthropic flies, E. I. Martsinovskiy Institute of Medical Parasitology and Tropical Medicine, USSR Ministry of Health

During a succession of years at the laboratory of synanthropic flies, E. I. Martsinovskiy Institute of Medical Parasitology and Tropical Medicine, a series of experiments were carried out to study the development and loss of insecticide resistance in *Musca domestica* L. in laboratory and natural conditions.

In laboratory conditions the adults of successive generations of *M. domestica* were kept in cages treated with sublethal doses of DDT; as a result, after topical application of certain dose of DDT the mortality decreases even in the first generations (Fig. 1, curve 1).

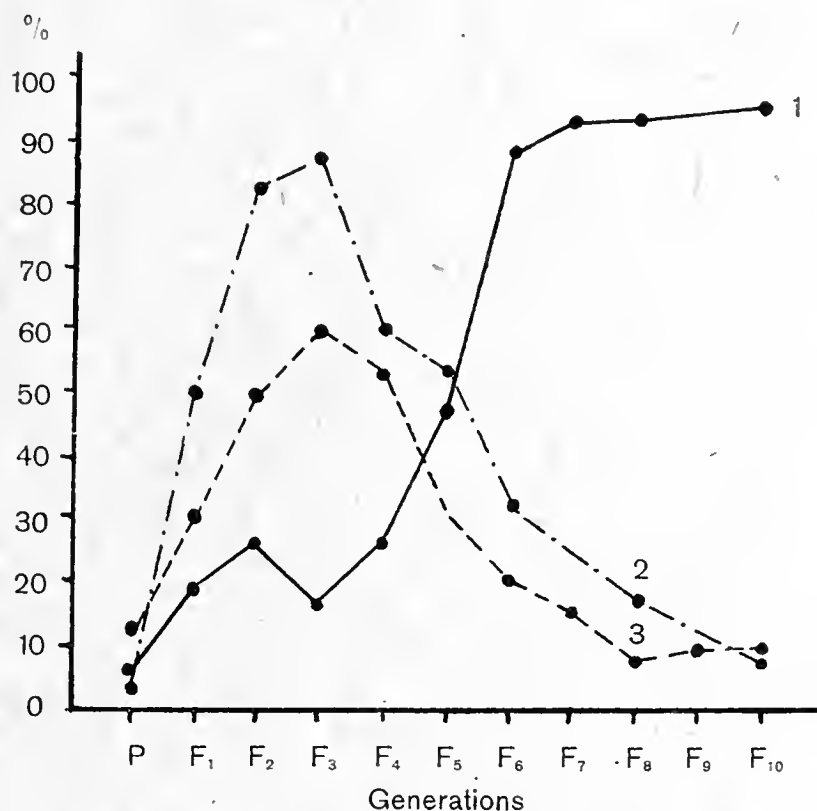


Fig. 1. The DDT-tolerance development in house fly under sublethal influence of the insecticide. 1. Per cent of females remaining alive after topical application of DDT. 2. Per cent of pupal mortality. 3. Per cent of females with pathological alterations in ovogenesis.

Simultaneously there appear and increase from generation to generation the phenomena of chronic and metatoxic action of the poison: in successive generations less and less eggs, larvae and pupae survive though they themselves were not exposed to the insecticides (fig. 1, curve 2), the females have pathological ovogenesis irregularities and the percentage of such females increases from one generation to another (fig. 1, curve 3). During the period of maximum chronic effect of the insecticide the strain acquires the susceptibility which surpasses some times even the initial one after that period the resistance begins to increase more steadily while the phenomena of chronic and metatoxic action gradually disappear.

Chronic action of sublethal doses of diazinon on adults produces low tolerance even in the very first generations exposed to the poison, in following generations the tol-

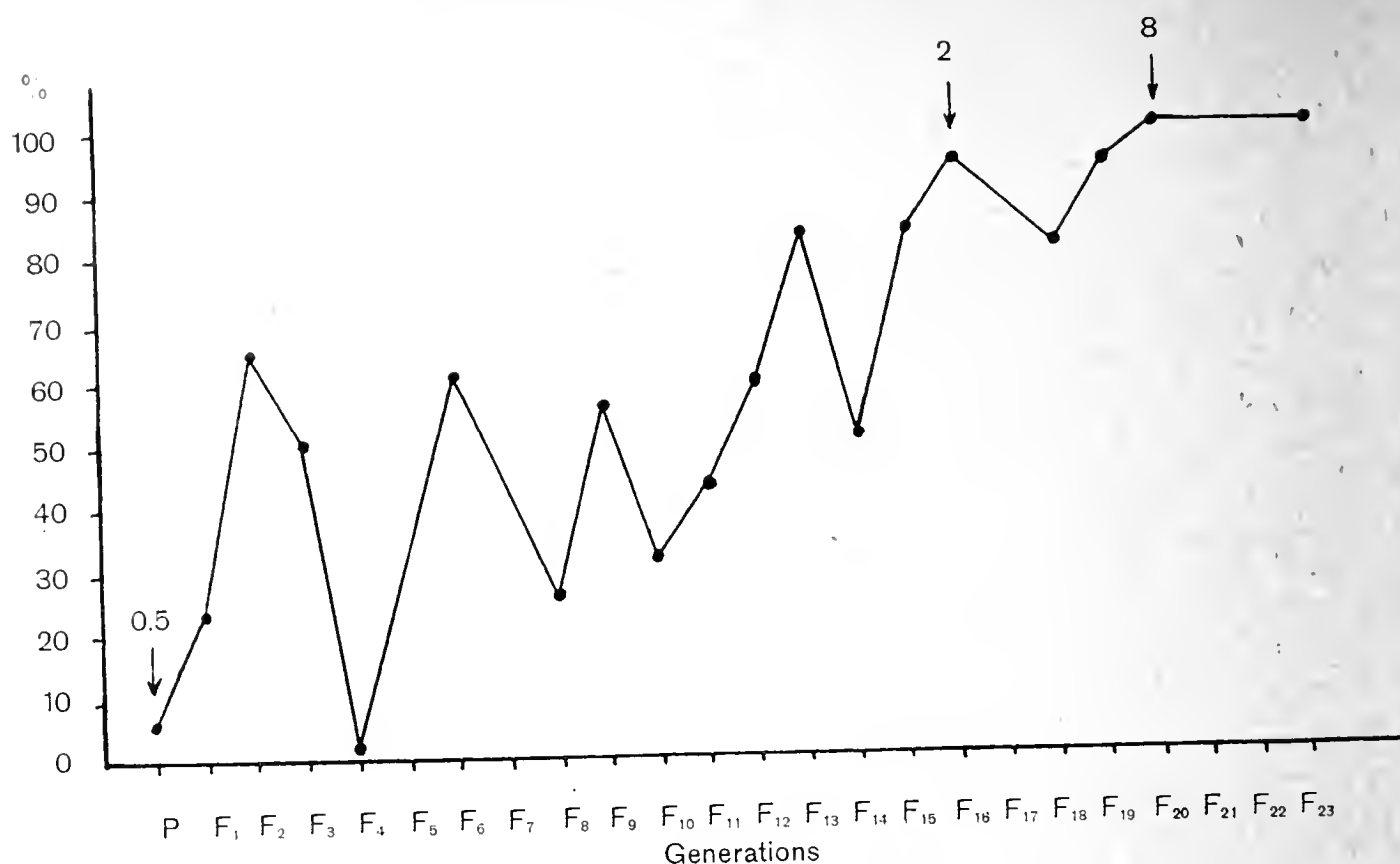


Fig. 2. The diazinon-tolerance development under sublethal influence of the insecticide. The figures near the curve show LD<sub>95</sub>.

erance decreases, but later on it becomes very unstable. After that period resistance begins to increase more steadily (fig. 2).

With diazinon chronic and metatoxic action develop in the very first generation, as it occurs with DDT. When the resistance begins to increase steadily these phenomena gradually disappear.

In our experiments with DDT steady resistance began to develop in the third or fourth generations and the percentage of preimaginal mortality and the number of females with ovogenesis irregularities began to decrease in the same or in the next generation. Under the diazinon influence the number of females with pathological ovogenesis decreased according to V. A. Lineva only beginning with the fifteenth generation, while more steady resistance began to develop in the sixteenth generation.

Two processes take place in the resistance development: gradual increase in the percentage of individuals tolerant to a certain dose of insecticide and gradual increase of the strain resistance level.

For instance, the experiments with diazinon (see fig. 2) showed that LD 95 was in the sixteenth generation  $2\mu\text{g}$  per a female, that is, it increased four times as compared with the initial. At the same time 5 per cent of flies of this generation remained susceptible to the dose which appeared to be lethal for 95% of parental and control flies. This fact testifies to substantial individual variability of the resistance.

The same regularities as are observed in laboratory experiments take place in field conditions. According our observations with V. A. Lineva and V. A. Lineva's temporary increase of susceptibility to flies take place in field at first years of insecticide treatments. The initial stage of resistance development phenomena of chronic poisoning were evident. With the increase of the resistance these phenomena gradually disappear and are not observed in high-resistant house-fly populations.

Evidently excellent results which were obtained during the first years of insecticide application in field conditions may be explained not only by the kill of flies after their contact with treated surfaces but also by the reduction of population as a result of chronic effect of the insecticide.

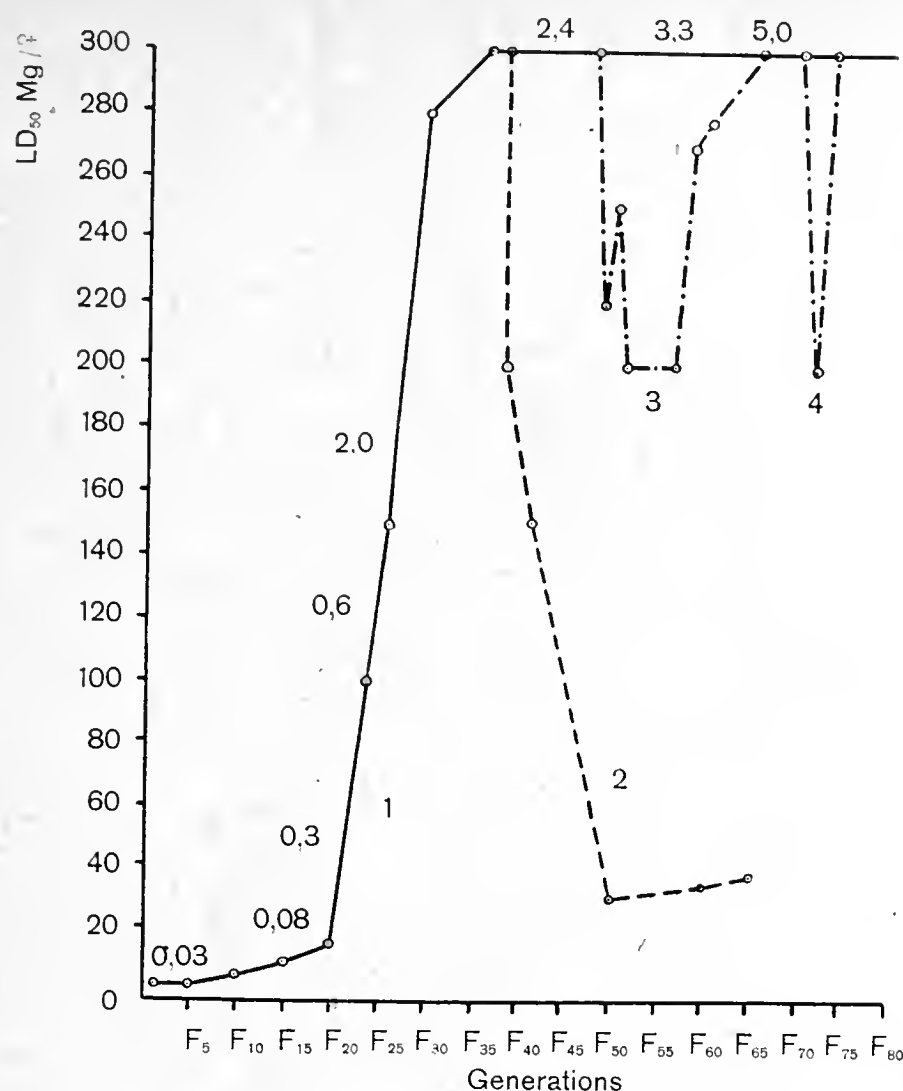


Fig. 3. The development and the loss of the DDT-resistance in the strain Ol-DDT. 1. LD<sub>50</sub> of the initial strain kept in cages treated with DDT. 2—3—4. LD<sub>50</sub> of the three substrains after the removal of DDT influence.

The figures near the curve show the doses of DDT applied for the treatment of the cages.

In natural as well as laboratory conditions when resistance level noticeably increased a part of the population remains susceptible to low doses of the insecticide. For instance, during three years LD 90 for the natural housefly population increased from 4 to 8 and then to 60  $\mu$ g per a female. Nevertheless during last two years about 30% of females were killed by the 4 mg dose (V. P. Derbeneva-Ukhova, M. I. Shreiber, V. A. Lineva, A. V. Nikiforova; 1957).

Upon the permanent application of sublethal doses of DDT we obtained a highly resistant strain, Ol-DDT; LD 50 is 300  $\mu$ g per a female. The strain reached this resistance level when the adults were kept in cages with five sixth of its surface treated by 2 g DDT per square m. The following generations were successively transferred into cages treated by 2.4; 3.3 and 5 g DDT per sq. m. Each time when the flies were transferred into a cage treated with a new dose of poison they showed distinct features of chronic poisoning (the preimaginal high mortality and pathological ovogenesis). In successive generations these features gradually disappeared.

Exposition to low temperatures after contact with DDT caused sharp increase of mortality among the flies of this strain. According to V. A. Lineva (1960) the females of this strain as well as normal flies are more susceptible to DDT at the Ist, IIa and V stages of ovogenesis than those at the intermediate stages.

Consequently, in certain conditions despite their high resistance this strain becomes susceptible to the insecticide.

According to our experimental data if DDT influence is removed at the initial stage of tolerance development the tolerance decreases even with the first generation kept without DDT. Removal of DDT pressure on resistant strain Ol-DDT after resistance level has been reached LD50—300  $\mu\text{g}$  per a female causes only partial recovery of susceptibility; and the recovery will be temporary for the late generations: after 2—1 generations resistance will again reach the level maintained by the initial strain Ol-DDT (fig. 3, curves 2, 3, 4).

We do not deny the importance of selection for resistance development. But we consider that some of the facts we have observed (decrease of tolerance in first generations exposed to an insecticide, increase and decrease of chronic poisoning, temporary loss of resistance of a resistant strain upon removal of the insecticide influence), cannot be explained from the point of view of selection; it may sooner be explained by the adaptation of the strain to the insecticide influence. To our mind the problem of inheritance mechanism is awaiting further investigations.

## DIE OESTROIDEN FLIEGEN DES WILDES IN DER ÄTHIOPISCHEN REGION

F. ZUMPT, Johannesburg

Südafrikanisches Institut für medizinische Forschung

Als oestroide Fliegen sollen solche höheren Fliegen bezeichnet werden, deren Mundwerkzeuge verkümmert sind und die Hennig in seinem berühmten Werk über „Die Larvenformen der Dipteren“ (Akademie-Verlag, Berlin 1952) in die Familie der Oestridae eingeschlossen hat. Dieser Autor betrachtet diese Fliegen als phylogenetische Einheit, eine Ansicht, die wohl von den meisten Dipterologen heute nicht mehr geteilt wird. Die Oestridae sensu Hennig bilden zwar eine ökologische Gruppe, aber sicher keine phylogenetische, und die von Hennig aufgeführten Genera verteilen sich mindestens auf 3, wenn nicht sogar auf 5 verschiedene Familien: nämlich die 1. Oestridae s. str., 2. Gasterophilidae, 3. Tachinidae, 4. Muscidae, 5. Cuterebridae.

Die letzte Gruppe, die Cuterebridae, ist auf die Neue Welt beschränkt und ist überhaupt nicht oestroid, sondern hat normal entwickelte Mundwerkzeuge, die denen der Tabaniden ähneln. Bennet (1953) hat über diese interessanten Fliegen gearbeitet und betrachtet sie als relativ primitive Gruppe von höheren Fliegen, die den Status einer eigenen Familie einnehmen sollten.

Die Tachinidae und Muscidae enthalten nach Zumpt (1957 und 1958) je eine einzige monotypische Gattung oestroider Fliegen, nämlich *Neocuterebra squamosa* Grünberg und *Ruttenia loxodontis* Rodhain, die beide in Hautbeulen des afrikanischen Elefanten leben. Ihre systematische Stellung ist jedoch noch nicht völlig geklärt, und es ist durchaus möglich, daß man sie nach eingehendem Studium der adulten und larvalen Eigenschaften anders einordnen wird. Die Oestridae s. str. und Gasterophilidae bilden 2 gut umgrenzte taxonomische Einheiten, die überdies eine sehr interessante ökologische Spezialisierung zeigen.

Die Oestriden im engeren Sinne setzen sich aus 3 natürlichen Gruppen zusammen, nämlich den Cephemyiinae, den Oestrinae und den Hypoderminae. Die Cephemyiinae mit den beiden Gattungen *Cephenemyia* Latreille und *Pharyngomyia* Schiner sind auf die Holarktische Region beschränkt und entwickeln sich ausschließlich im Nasenrachenraum von Cerviden. Die Oestrinae gehören der Alten Welt an, eine Art



jedoch, nämlich *Oestrus ovis* L., die Nasenfliege des Hausschafes, hat mit ihrem Wirt auch den Weg in die Neue Welt gefunden. Dagegen ist die Nasenfliege des Pferdes, *Rhinoestrus purpureus* (Brauer), nach James (1947) noch nicht in den beiden Amerikas aufgefunden worden. Die Larven der Oestrinen leben im Nasenraum und in den Stirnhöhlen von perissodactylen und artiodactylen Säugern und ernähren sich höchstwahrscheinlich von den Schleimhautsekretionen. In der äthiopischen Region kommen folgende Gattungen vor: *Rhinoestrus* Br., *Oestrus* L., *Kirkioestrus* Rodh. & Bequ., *Gedoelestia* Rodh. & Bequ., und *Cephalopina* Strand. Eine 6. Gattung, nämlich *Pharyngobolus* Br., ist ebenfalls zu den Oestrinae gestellt worden. Diese monotypische Gattung ist sowohl in morphologischer Hinsicht als auch in der nur unvollkommen bekannten Biologie stark von den anderen Gattungen verschieden. Die Larven des 2. und 3. Stadiums sitzen an den Wänden des Pharynx und Ösophagus und werden nach Erreichung der Reife mit den Fäzes ausgeschieden, während die Larven von *Oestrus* und verwandten Arten durch die Nasenöffnungen ins Freie gelangen.

Die Hypoderminae der Dasselfliegen entwickeln sich in der Haut von Boviden, ausnahmsweise von Equiden, und in der Paläarktischen Region auch bei verschiedenen Nagetieren, einschließlich hasenartigen Säugern. Die wichtigste Gattung ist *Hypoderma* Latreille, die die beiden ökonomisch sehr wichtigen Arten *H. bovis* (L.) und *H. lineatum* (Vill.) enthält. Beide Arten sind mehrere Male mit Vieh in die äthiopische Region verschleppt worden, es ist ihnen jedoch wenigstens bisher nicht gelungen, sich südlich der Sahara einzubürgern. Andere Arten der Gattung *Hypoderma* sind nicht aus der äthiopischen Region bekannt. Wohl hat Gedoelest (1916) nach dem 3. Larvenstadium eine *H. gazellae* von Grant's Gazelle (*Gazella granti* Brooke) in Tanganyika beschrieben. Seine Beschreibung ist jedoch unzureichend, er gibt keine Abbildung, und es bleibt sehr zweifelhaft, ob diese Larve wirklich zu *Hypoderma* gehört.

Die einzige bisher mit Sicherheit in der äthiopischen Region nachgewiesene Gattung der Hypoderminae ist *Strobiloestrus* Br. (= *Dermaoeestrus* Br.). Mit Sicherheit sind bisher 3 Arten bekannt, die sich nicht im Larvenstadium, sondern nur als Imagines trennen lassen. Es ist möglich, daß noch eine 4. Art vorkommt, deren Imagines bisher noch nicht gezüchtet wurden. Wahrscheinlich ist die Biologie ganz ähnlich wie bei *Hypoderma*, jedoch sind bisher nur das 2. und 3. Larvenstadium bekannt geworden, die in morphologischer Hinsicht stark voneinander abweichen und daher von Brauer in 2 verschiedene Gattungen gestellt wurden.

Die Gasterophilidae enthalten 3 Unterfamilien, nämlich die Gasterophilinae, die Gyrostigminae und die Cobboldiinae. Die Larven entwickeln sich im Verdauungstraktus von Equiden, Nashörnern und Elefanten.

Die Gasterophilinae mit der einzigen Gattung *Gasterophilus* ist auf Zebras, Pferde und Esel beschränkt und zeigt keine oder nur eine geringe Wirtsspezifität innerhalb der Equiden. Von der äthiopischen Region sind bisher 7 Arten bekannt geworden, von denen eine noch nicht beschrieben ist. Die Gyrostigminae mit der einzigen Gattung *Gyrostigma* Br. (= *Spathicera* Corti) sind auf Nashörner beschränkt und kommen mit 2 Arten in der äthiopischen Region vor. Die Cobboldiinae sind typische Parasiten des afrikanischen und des indischen Elefanten, und zwar leben 2 monotypische Gattungen bei dem ersteren und eine weitere monotypische Gattung beim indischen Elefanten.

Unsere Kenntnisse über die oestroiden Fliegen der afrikanischen Wildtiere waren bisher sehr unbefriedigend, sowohl in taxonomischer als auch in noch viel höherem Grade in biologischer Hinsicht. In den letzten Jahren gelang es, einige dieser Probleme zu klären oder zumindest einer befriedigenden Lösung näher zu bringen, aber viel Forschungsarbeit bleibt noch zu tun. Insbesondere sind noch viele Fragen offen, die die

Pathogenität der oestroiden Fliegen für ihre normalen Wirte betreffen, und vor allem solche der gelegentlichen Infektion der Haustiere und des Menschen mit wirtsfremden Parasiten. Hierüber wird an anderer Stelle ausführlicher berichtet werden.

In der äthiopischen Region sind bisher folgende Arten in folgenden Wirten nachgewiesen worden, wobei die Synonyme unberücksichtigt bleiben:

Parasit	Oestridae	Wirt
<i>Pharyngobolus africanus</i> Br.	<i>Loxodonta africana</i> Blum.	
<i>Rhinoestrus purpureus</i> Br.	Pferd, Esel	
<i>Rhinoestrus steyni</i> Zpt. }	<i>Equus burchelli</i> Gray	
<i>Rhinoestrus szlampi</i> Zpt. }	<i>Hippopotamus amphibius</i> L.	
<i>Rhinoestrus hippopotami</i> Grünb.	<i>Potamochoerus porcus</i> L.	
<i>Rhinoestrus nivarleti</i> Rodh. & Bequ.	<i>Phacochoerus aethiopicus</i> Pall.	
<i>Rhinoestrus phacochoeri</i> Rodh. & Bequ.	Schaf, Ziege, Mensch	
<i>Oestrus ovis</i> L.	Arten von <i>Connochaetes</i> , <i>Alcelaphus</i> ,	
<i>Oestrus aureoargentatus</i> Rodh. & Bequ. }	<i>Damaliscus</i> und <i>Hippotragus equinus</i> Desm.	
<i>Oestrus variolosus</i> Loew }	<i>Antilocapra americana</i> Zimm.	
<i>Oestrus bassoni</i> Zpt. }	— <i>Connochaetes taurinus</i> Burch.	
<i>Kirkioestrus surcoufi</i> Ged. }	<i>Alcelaphus buselaphus</i> Pall.	
<i>Kirkioestrus blanchardi</i> Ged. }	<i>Alcelaphus lichtensteini</i> Peters	
	<i>Damaliscus korrigum</i> Og.	
	<i>Tragelaphus strepsiceros</i> Pall.	
<i>Geddelstia cristata</i> Rodh. & Bequ.	— zusammen mit <i>Oestrus</i> in <i>Connochaetes</i> ,	
<i>Geddelstia hässleri</i> Ged.	<i>Alcelaphus</i> und <i>Damaliscus</i> . Rinder?	
<i>Cephalopina titillator</i> Clark	Kamel	
	<i>Oreotragus oreotragus</i> Zimm.	
	<i>Raphicerus campestris</i> Thunb.	
	<i>Pelea camptopus</i> Forst.	
	<i>Redunca fulvorufula</i> Afz.	
	<i>Tragelaphus strepsiceros</i> Pall.	
	Ziege	
	<i>Redunca arundinum</i> Bodd.	
<i>Strobiloestrus clarki</i> Clark }	<i>Kobus leche</i> Gray	
<i>Strobiloestrus species?</i>		
<i>Strobiloestrus ericksoni</i> (Popp.) }		
<i>Strobiloestrus vanzyli</i> Zpt. }		
	Gasterophilidae	
<i>Gasterophilus haemorrhoidalis</i> L.	— Pferd, Esel	
<i>Gasterophilus intestinalis</i> Deg.	Zebras, Mensch	
<i>Gasterophilus meridionalis</i> Pill. & Ev. }		
<i>Gasterophilus nasalis</i> L.		
<i>Gasterophilus pecorum</i> F.		
<i>Gasterophilus ternicinctus</i> Ged. }	— <i>Equus burchelli</i> Gray	
<i>Gasterophilus species?</i>	— <i>Diceros bicornis</i> L.	
<i>Gyrostigma pavesii</i> Corti }	<i>Diceros simus</i> Burch.	
<i>Gyrostigma conjugens</i> End.	<i>Diceros bicornis</i> L.	
<i>Platycobboldia loxodontis</i> Br. }		
<i>Rodhainomyia roverei</i> Ged. }	<i>Loxodonta africana</i> Blum.	
	Tachinidae	
<i>Neocuterebra squamosa</i> Grünb.	<i>Loxodonta africana</i> Blum.	
	Muscidae	
<i>Ruttenia loxodontis</i> Rodh.	<i>Loxodonta africana</i> Blum.	

## LITERATUR

BENNETT, G. F. (1955). Studies on *Cuterebra emasculator* Fitch 1856 (Diptera: Cuterebridae) and a discussion of the status of the genus *Cephenemyia* Ltr. 1818. *Canad. J. Zool.* 33: 75—98. — HENNIG, W. (1952). Die Larvenformen der Dipteren. III. — Akademie-Verlag Berlin: 1—628. — GEDOELST, L. (1916). Notes sur les oestrides. II. — *Rev. Zool. afr.* 4: 259—264. — JAMES, M. T. (1947): The flies that cause myiasis in man. U. S. Dept. Agric., Misc. Publ. no. 631: 1—175. — ZUMPT, F. (1957): Some remarks on the classification of the Oestridae s. lat. (Diptera). *J. ent. Soc. S. Afr.* 20: 154—161. — ZUMPT, F. (1958). Remarks on the systematic position of myiasis producing flies (Diptera) of the African elephant, *Loxodonta africana* (Blumenbach). *Proc. r. ent. Soc. Lond. (B)* 27: 8—14.

# OBSERVATIONS ON THE USE OF THE IMPLANT TECHNIQUE IN THE STUDY OF SYSTEMIC INSECTICIDES FOR CONTROL OF THE WARBLE FLY (*Hypoderma*; Diptera: Oestridae)

W. N. BEESLEY

The larvae of the ox warble fly, *Hypoderma*, spend most of their lives within the body of the host. During the autumn and winter, under English climatic conditions, the larvae of *H. lineatum* occur in the oesophagi of infected cattle, while the larvae of *H. bovis* are in the epidural fat of the spinal canal. At this stage of their development the larvae measure about 5—16 mm. in length, and may be conveniently implanted from cattle into animals of the same or other species.

Before describing the results of our own implantation experiments, I should like to briefly refer to the observations of other workers.

Koorevaar (1898), working in Holland, was the first to implant *Hypoderma* larvae from cattle into other animals. He took *H. bovis* from spinal canals and introduced them subcutaneously into a goat. Swellings appeared in the back 12 days later and adult flies were bred from the larvae which emerged from these swellings. A dog which had been implanted two weeks previously was found to have larvae in all parts of the body, including the oesophagus and spinal canal.

Peter (1912) implanted *H. lineatum* larvae into rabbits but the larvae did not survive. Hadwen (1915) was successful with implants into calves; the larvae travelled from the site of inoculation in the leg up to the back where they produced swellings, although they were then absorbed. Bishopp *et al.* (1926) also implanted *H. lineatum* into cattle and many of the implanted larvae matured normally.

In Manchuria, Ono (1938) implanted *H. lineatum* larvae into guinea-pigs, rabbits, sheep and cattle. Larvae implanted into guinea-pigs and rabbits wandered extensively in the subcutaneous tissues, but failed to penetrate the skin of the back. Larvae implanted into sheep and cattle reached the back and if implanted in the dewlap they migrated to the oesophagus; larvae which had been implanted in the loin area were recovered from the thoracic and abdominal cavities but not from the oesophagus.

Schmid (1939) implanted *H. lineatum* larvae into guinea pigs, rabbits and calves, and found the rabbits and calves to be suitable hosts. Schmid also succeeded in getting captive adult *Hypoderma* flies to oviposit on cattle; mature warbles developed from both type of bovine infections.

No further investigations followed until that of Barrett and Wells in 1948. These workers were looking for a method of testing potentially systemic insecticides and they implanted mice, rabbits and goats. Over 200 compounds were tested but none had any effect on the implanted larvae. It was concluded that the implant method was useful for screening insecticides, and that rabbits were suitable hosts.

With the recent interest in the systemic activity of some organophosphorus insecticides against the larval stages of *Hypoderma*, the search for a simpler *in vivo* screening test was renewed. The present screening method used by the U.S. Department of Agriculture involves feeding

ticks, stable flies (*Stomoxys*) and screw-worm larvae (*Callitroga*) on guinea pigs which have been treated orally with a standard dose of the test compound. Screw worms are useful in this test as they complete their larval development in six days and adult flies appear only two weeks later.

### Recent results of implantation of bovine larvae into rabbits and calves

At Weybridge, a preliminary study was made of the survival of implanted *H. lineatum* larvae into guinea pigs, mice, rabbits and calves (Beesley and Davies 1959). The larvae were taken from the oesophagi of cattle slaughtered at a local abattoir and implanted into rabbits subcutaneously on the inside of the thigh or between the scapulae. In most of the thigh implants the larvae moved away from the wound towards the body but did not all travel to the back. Larvae from the scapular implants tended to migrate only short distances and were found mainly over the thorax or abdominal surfaces. Larvae from both types of implant were found, mainly subcutaneously, in all parts of the body as far forward as the tip of the nose and base of the ears, in the elbow joints etc. On one occasion a larva was found inside the skull, although the brain appeared undamaged; several larvae were recovered from the thoracic and abdominal cavities.

The calf implants were made into animals aged 1—3 months. 30—60 larvae were used for each implant, and the larvae were introduced subcutaneously into a pocket made on the side of the thorax, between the ribs. Larvae were recovered at *post-mortem* mainly from the subcutaneous connective tissue of the thorax and abdomen, and usually from the back. Larvae developed to the 3rd instar and produced normal warble swellings if left sufficiently long after implantation. A few larvae migrated to extreme points in the head and body, such as the forehead and base of the tail. On one occasion seven of the original 28 implanted larvae were removed from the submucosa of the oesophagus of a calf.

The survival of the first-instar in the rabbits and calves was generally satisfactory, although none of the larvae implanted into rabbits developed to the second instar and the number which reached the final instar in the calves was only about 10%.

### Laboratory experiments with a systemic insecticide against implanted larvae

In order to investigate such problems is how long a specific systemic insecticide takes to kill implanted larvae, a compound was selected which was already known to be effective in warble fly field trials. This insecticide was DOW ET-57 (Trolene, Etrolene, Ronnel), and had already been used in Ministry of Agriculture field trials in 1958 and 1959 (Beesley, 1960). The insecticide was given orally to implanted rabbits and calves, in the form of a 40% wettable powder formulation.

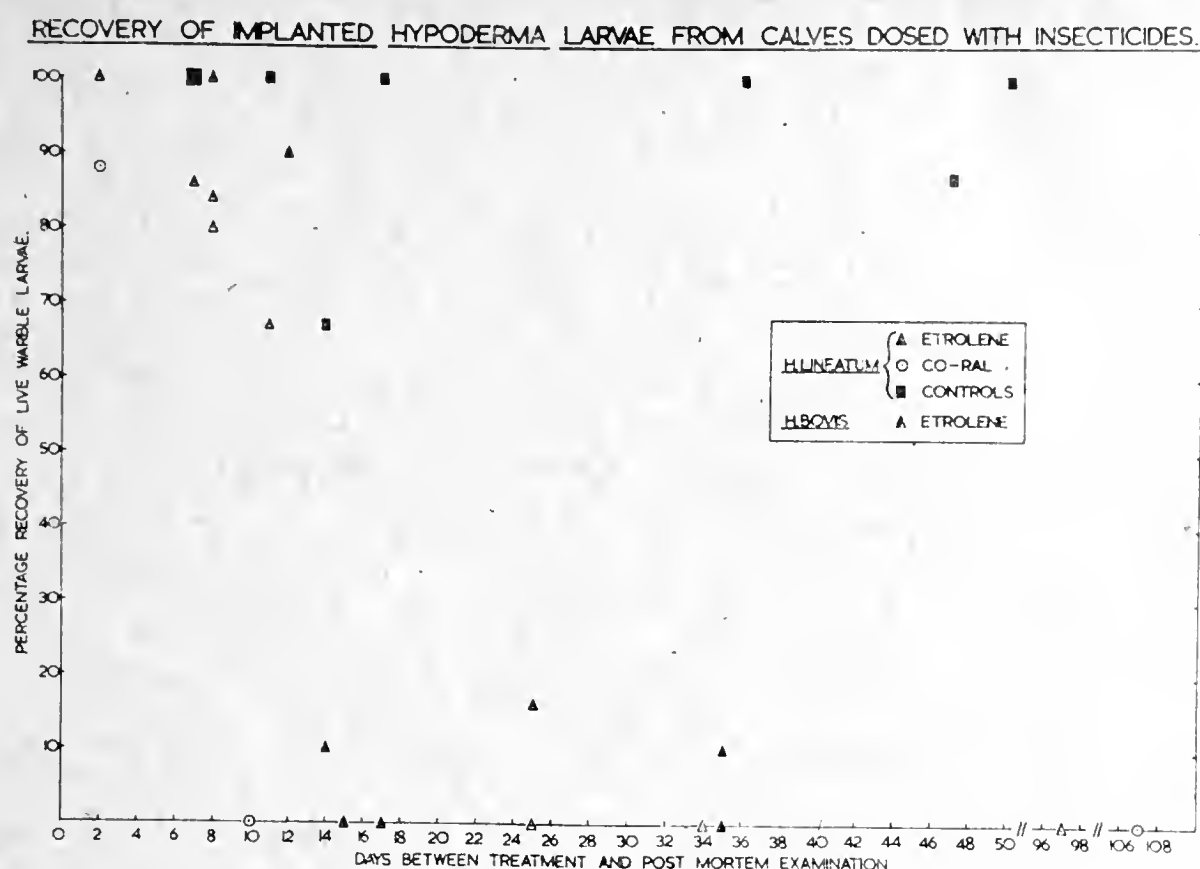
The insecticide was unsatisfactory in rabbits at the highest dosages employed, i.e., 1000 mg/kg body weight ( $= LD_{50} \times 1.54$ ), so that although it had been hoped to do most of this work with rabbits, the experiment was continued with calves.

The graph shows the results of the implant work with calves. Eighteen calves were implanted with *H. lineatum* larvae and five others with *H. bovis* larvae (taken from the spinal canals of cattle at a local slaughterhouse). Because of the high mortality rate of the larvae (up to 80%) the results have been expressed as the percentage of live larvae found compared with the total number of larvae recovered, at *post mortem*.

DOW ET-57 was found to be very effective against implanted warble larvae but the insecticidal effect is not complete in less than about 12 days following treatment. Although few calves were infected with *H. bovis* it seems probable that several days may be needed before larvae of this species also are all killed by the insecticide.

It is, therefore, suggested that the calf implant techniques is useful as a final screen of systemic insecticides intended for use against *Hypoderma* larvae. In order to take into account a possible lag between dosing and maximum kill of larvae, it is advisable to allow the larvae 3—4 days to disperse away from the inoculation site, before dosing, and then a further 10—15 days between dosing and *post-mortem* examination. Other calves can be implanted, treated and allowed to live long enough to develop any surviving infection to maturity, so that an overall final count can be made of differences in warble infections between treated and untreated cattle.





### Mode of Action of Systemic Insecticides against Hypoderma larvae

It has been shown by several workers that many systemic organophosphorus insecticides are activated (oxidised) *in vivo* to potent anticholinesterases. Dow ET-57 and Co-Ral are two of the insecticides which are so activated. The process can be demonstrated *in vitro* with liver slices or with a preparation of mouse liver microsomes and reduced diphosphopyridine nucleotide (O'Brien, 1959).

O'Brien and Wolfe (1959) showed that, in the case of Co-Ral, several species, such as the ox, rat, mouse and *Hypoderma* larva, will activate the parent compound to its oxygen analogue Co-Roxon—the potent anti-cholinesterase. However, in two of these animals, the ox and the rat, Co-Ral is also degraded (hydrolysed) into non-toxic products, and the overall balance is in favour of degradation. In *Hypoderma* larvae there is activation only, so that the principal insecticidal agent is steadily produced. This helps to explain the practical finding that Co-Ral is ineffective when it is given orally to cattle infested with early stages of warble larvae. On the other hand, Co-Ral is very effective against prehypodermal warble larvae when sprayed on the back. In the latter case, the insecticide reaches the warble larvae without passing through, and being degraded in, the liver of the host.

No data is available on the precise time taken for the death of warble larvae after treating cattle with Co-Ral. It seems likely that the reason for the time lag of almost two weeks between treatment of the implanted calves with Dow ET-57 and the death of all the implanted larvae may be due to the time taken for the accumulation of sufficient non-degraded insecticide in the larvae—where it can then be activated. Possibly most of the insecticide is hydrolysed in the bovine liver, but a certain proportion passes on to the rest of the body, eventually reaching the larvae.

In the rabbits, a dosage of Dow ET-57 sufficiently high to kill implanted larvae was not reached before the hosts themselves were killed. In this case, whatever quantity of insecticide reached the warble larvae must have been negligible compared with that which fatally upset the metabolism of the host.

## REFERENCES

- BARRETT, W. L. and WELLS, R. W. (1948). J. econ. Ent., 41, 779. — BEESLEY, W. N. (1960). Vet. Record, 72, 21. — BEESLEY, W. N. and DAVIES, S. L. M. (1959). Vet. Record, 71, 21. — BISHOPP, F. C. *et al.* (1926). U. S. Dept. Agric. Bull. No. 1369. — KOOREVAAR, P. (1898). Zbl. Bakt. Orig., 23, 888. — O'BRIEN, R. D. (1959). Nature, Lond., 183, 211. — O'BRIEN, R. D. and WOLFE, L. S. (1959). J. econ. Ent., 52, 692. — ONO, S. (1938). Kitasato Arch. exp. Med., 15, 199. — PETER, B. (1912). Mitt. dtsch. Landw. Ges., 156 pp. — SCHMID, F. (1939). Z. Infektkr. Hyg., 55, 217.

## DISCUSSION

I. R. HARRISON: I want to ask Dr. Beesley, if the implanted larvae behaved normally in rabbits and in calves.

W. N. BEESLEY: Although the larvae did not develop past the first instar in rabbits the larvae behaved as normally as would be expected. In calves the larvae migrated to the back and matured in the ordinary way, producing normal "Dasselbeulen".

BROWN: Was there any difference in the effect of "ETROLENE" on implanted *Hypoderma* larvae depending on whether the larvae were implanted when young (5—10 mm) or older (15 mm)?

BEESLEY: The effect on the larvae was the same whether the larvae were young or old!

## SOME BIOLOGICAL DIFFERENCES BETWEEN RHIPICEPHALUS SANGUINEUS AND R. SECUNDUS (Ixodidae)

B. FELDMAN-MUHSAM

Department of Parasitology, Hebrew University, Jerusalem

*Rhipicephalus sanguineus* Latreille, 1806, s.l. is considered as the tick with the largest world distribution. It is known as the vector of several diseases of man and animals. In 1952 (1) we found that *R. sanguineus* is actually two distinct species, i.e. *R. sanguineus* s. str. and *R. secundus*. The two species are well separated by morphological characters in the pre-imaginal stages and in the females. Unfortunately, the males of the two species are yet undistinguishable. In 1956 (2), we were able to show that there is a clear but not absolute host specificity of the two species. In Israel, *R. sanguineus* s. str. constitutes on the dog 81 percent of the population of *R. sanguineus* s. l. and *R. secundus* only 19 percent, while on cattle, sheep and goats the relative percentages are 3 percent, 6 percent and 9 percent *R. sanguineus* s. str., against 97 percent, 94 percent and 91 percent *R. secundus*, respectively.

We can thus understand, why in a certain farm the dogs may be free of the so called "*R. sanguineus*", while the goats are full of them, although the dog is known as their host *par excellence*.

In view of these findings it appeared worth-while to investigate whether there are also biological differences between the two species, and in two parallel series of experiments—one with *R. sanguineus* and one with *R. secundus*—we studied the longevity of starved larvae, nymphs and adults of the two species at various conditions of temperature and humidity.

In breeding the two species it was found that the larvae of *R. secundus* remain on the host for feeding for 3—4 days, while those of *R. sanguineus* feed for 4—5 days. The nymphs of *R. secundus* feed for 4—6 days and those of *R. sanguineus* for 6—8 days.

<sup>1</sup> This investigation was supported, in part, by research grant R.G.-4531 from the National Institutes of Health, US. Public Health Service.

Only small differences were observed in the duration of the larval quiescence. The nymphal quiescence of *R. sanguineus* was slightly shorter than that of *R. secundus*; on the average about 17 days in *R. sanguineus* compared to 18.7 days in *R. secundus*.

The longevity of the larvae and nymphs of *R. sanguineus* is invariably higher than that of *R. secundus*.

At the combinations of temperature and humidity included in our study, the mean longevity of the larvae of *R. sanguineus* was in general 2—5 times higher than that of *R. secundus* under similar conditions. Under extremely unfavorable conditions of dry heat the mean longevity of starved larvae of *R. secundus* was found to be less than 1 day, while *R. sanguineus* survived under these conditions for 2.5 days, on the average. None of 237 larvae of *R. secundus* could survive under these conditions for even one whole day, while many larvae of *R. sanguineus* withstand them for up to three days. Under the most favourable conditions covered by our experiments (18° C and 90% RH) the advantage of *R. sanguineus* was much less striking: the mean longevity of *R. secundus* being 65 days and that of *R. sanguineus* 78 days. Dryness is more deleterious to larvae of *R. secundus* than to those of *R. sanguineus*. At a given temperature longevity of starved larvae of *R. secundus* is reduced under conditions of extreme dryness down to  $\frac{1}{24}$  of its value at high humidity, while the corresponding ratio in *R. sanguineus* is about  $\frac{1}{5}$  to  $\frac{1}{10}$ .

Whereas the longevity of larvae of *R. sanguineus* exceeded that of *R. secundus* up to five times, for nymphs, this ratio never exceeded 2.5 within the frame of conditions covered by our series of experiments. The shortest mean longevity for nymphs of *R. secundus* observed in our experiments was 3.5 days while for *R. sanguineus* the mean was 8 days under the same conditions. The highest mean for *R. secundus* was 114.3 days and for *R. sanguineus* 177.5 days. Under these conditions the maximum longevity observed for about 100 nymphs of *R. sanguineus* was well over 300 days, while for a slightly larger sample of *R. secundus* this maximum scarcely reached 200 days. At the nymphal stage, like at the larval stage, *R. secundus* is more sensitive to dryness than *R. sanguineus*, but in nymphs the difference is not as striking as in larvae. Dryness reduces the longevity of nymphs of *R. secundus*, for the range of conditions covered by our series of experiments, to about  $\frac{1}{8}$ , and that of nymphs of *R. sanguineus* to about  $\frac{1}{3}$  to  $\frac{1}{6}$  of its length at high humidity.

In both species, longevity of imagines, like that of preimaginal stages, is highest under conditions of humid cold and lowest—at dry heat. The difference between the mean longevity of either species at conditions where it is longest and those, where it is shortest—within the range studied—is quite considerable: in *R. sanguineus* mean longevity of males (all following data on imagines refer to males only) ranges from 34 to 411 days; and in *R. secundus* the range, is even wider: from 23 to 408 days.

It will be noted that under favourable conditions longevity is high, for both species and the maximum longevity observed reaches almost two years. Unfavourable conditions shorten the life of *R. secundus* more than that of *R. sanguineus*. Males of *R. sanguineus* were, like the preimaginal stages, in general longer lived than males of *R. secundus*. But the difference was rarely large, except for low temperature and intermediate degrees of humidity, where it slightly exceeded the ratio of 1:2.

Whereas the preimaginal stages of *R. sanguineus* resist starvation longer than *R. secundus* for all conditions of humidity and temperature studied, this is true for the imagines for a wide range of such conditions, but not for high temperature and high humidity. At conditions of humid heat both species withstand starvation for many months, but under these conditions *R. secundus* is 1.5 times to twice as long

lived as *R. sanguineus*. This is a further aspect of the sensitivity of *R. secundus* to variations in humidity, which was observed already in larvae and nymphs. At a given temperature, an increase of humidity from 20% to 90% may increase the longevity of starved males of *R. secundus* up to 8 times, while the corresponding increase in *R. sanguineus* never surpasses 4 times.

The pattern of differences between the two species is exactly the same for the females. Some interesting differences between the longevity of males and females have been observed in both species, but the discussion of this will distract us from our subject, i.e. the biological differences between the two species.

Our experiments show clearly that under almost any condition (except humid heat, for imagines) all stages of *R. sanguineus* are longer lived than those of *R. secundus* and in all stages *R. sanguineus* is more resistant to dryness than *R. secundus*.

These two factors can explain why *R. secundus* has a much more limited geographical distribution than *R. sanguineus*. For instance, no *R. secundus* has been found in the arid Sinai peninsula (Feldman-Muhsam, 1960) (3), although this species is very common in Israel.

Furthermore, hibernation experiments carried out under out-door conditions in Jerusalem showed that *R. sanguineus* can, in all stages, endure winter conditions better than *R. secundus*. This observation is in accordance with the results of laboratory experiments at 18° C and 70% R.H. which come nearest to winter conditions prevailing in Israel. At 18° C and 70% RH., longevity of *R. sanguineus* exceeds that of *R. secundus* two to five times, for the various stages.

We have refrained from encumbering this lecture with numerous figures. These will be published elsewhere, together with a thorough statistical analysis.

## REFERENCES

- (1) FELDMAN-MUHSAM, B. (1952): On the identity of *Rhipicephalus sanguineus* Lat. — Bull. Res. Counc. Israel, 2: 187—194. — (2) FELDMAN-MUHSAM, B. (1956): Host specificity of *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille) and *R. secundus* Feldman-Muhsam in Israel. — Bull. Ent. Res., 47: 43—45. — (3) FELDMAN-MUHSAM, B. (1960): The ticks of Sinai. — Bull. Res. Counc. Israel, 9B: 57—64.

## DISCUSSION

M. G. R. VARMA: Is there any explanation for the fact that larvae and nymphs of *R. sanguineus* live longer than *R. secundus* whereas for males, the reverse is the case?

FELDMAN-MUHSAM: The males of *R. sanguineus* (as well as the females) are also longer lived than those of *R. secundus*, under most conditions of temperature and humidity. The exception is only under conditions of humid heat, the explanation for this may be that *R. secundus* is very sensitive to dryness.

C. B. PHILIP: Was your control of relative humidity by different saturated salt techniques?

FELDMAN-MUHSAM: Yes!

Frage: Have you some information about the differences concerning the possibility of transmission of the *Rickettsia* by one and the other species?

Antwort: In the mediterranean basin *R. sanguineus* s.l. transmits boutonneuse fever, but no experiments have yet been carried out which of the two species (*R. sanguineus* s. str. or *R. secundus*) is the actual carrier.



# OBSERVATIONS ON THE FEEDING OF *DERMACENTOR ANDERSONI* STILES ON PERFUSED PREPARATIONS

J. D. GREGSON

Entomology Laboratory, Research Branch Canada Department of Agriculture,  
Kamloops, British Columbia

The feeding of a variety of rapid-engorging blood-sucking arthropods on blood through membranes has been carried out successfully by various workers (Tarshis, 1958a). Included were certain of the argasid ticks; Tarshis (1958b), for example, had no difficulty in getting *Ornithodoros savignyi* (Audouin) to feed on citrated whole human blood through rabbit skin.

When one comes to the slow-engorging ixodid ticks greater difficulties are encountered. Not only is there a likelihood of membrane deterioration and blood contamination, but during the longer interval of feeding there is a greater chance for a discriminating arthropod to be disturbed by minor maladjustments in the composition and presentation of its food. In this latter regard, evaluations of palatability by slow-feeding techniques are probably more critical than observations on rapid and relatively unselective transfers of blood to parasites. Indeed, there appear to be no records of completely successful feedings of the Ixodidae by artificial means. Totze (1933) was able to feed *Ixodes ricinus* L. through membranes by amputating certain legs and sense organs from the ticks but, as far as is known, he did not obtain subsequent molts or egg laying from his specimens. Gregson (1938) observed that unengorged females of *Dermacentor andersoni* Stiles would commence to feed when offered blood in a capillary tube or under a mouse skin. However, subsequent experimentation along these lines failed to bring about continued engorgement, even if the blood was renewed at frequent intervals. Chabaud (1950) similarly noticed that engorgement of slow-feeding ticks (including *Dermacentor pictus* [Herm.]) ceased within 48 hours of artificial feeding. The following studies on *D. andersoni* were resumed because successful artificial feeding could assist greatly studies of tick paralysis (Gregson, 1960a) and also shed more light on natural feeding peculiarities that occur in this species.

Previous observations have shown that the female of *D. andersoni* attaches herself to host tissue by means of a rapidly hardening cement and feeds mainly by a process of salivary ejection and blood sucking (Gregson, 1960 b). Engorgement of the unmated tick usually extends up to two or three weeks. During the latter part of the first week there is a considerable intake of blood accompanied by a copious and rhythmic excretion of black haematin waste. However, engorgement is relatively slow and it, together with blood sucking and excretion, may diminish sharply after this period if fertilization does not take place. Mating causes a resumption of feeding together with a marked increase in the engorging rate and within a few hours the tick becomes replete and detaches. The black excretion diminishes during the final hours of engorgement and is replaced by occasional pellets of white guanine. Mating normally takes place about the fifth day of the female's feeding. Balashov (1958 a, 1958 b) calls the earlier slow-engorging period "the subperiod of growth" and the final rapid-engorging period "the subperiod of extension". In addition to these feeding peculiarities which occur during the tick's normal attachment to a host it should be noted that other factors may occur and disturb the inherent capacity to feed. In this regard it has been observed that occasionally a portion of an infestation of females that have attached to a sheep have failed to feed whereas others of the same group have engorged normally (Gregson, 1938). It has also been found that laboratory reared adult ticks seldom engorged as readily as wild caught specimens. In order that the following observations would not be handicapped by some of these adverse feeding factors it was decided first to use only mated ticks that were already in a state of active engorgement and to transfer these first to conditions that were somewhat similar to those of the original host.

Ticks used for the observations were *D. andersoni* that had been collected in the field and stored at 70% R. H. and  $-2^{\circ}\text{C}$  for not over three months. Prior to each experiment the females to be studied were fed separately with males for six days on a sheep. At the end of this period the males were placed with the females for two hours. The mated females were then removed from their host and stored at  $5^{\circ}\text{C}$  for a few hours until it was convenient to transfer them to the new feeding conditions. Attachment to new hosts was aided by holding the ticks against them with small strips of cellulose tape. Host resistance to tick feeding was avoided by using fresh animals for each infestation. Blood used for artificial preparations was discarded citrated whole human blood. It was stored during the experiment in a 50 cc. reservoir kept at  $5^{\circ}\text{C}$ , oxygenated, and pumped by either reciprocating fingerstall or peristaltic finger pumps. Descriptions of the several secondary host preparations, which deviate progressively from the tick's original blood source, accompany the following five to eleven hour observations on tick growth and excretion.

A. For purposes of comparison, one series of engorging ticks was mated and left on the sheep host for another eight hours without being disturbed. These ticks continued to excrete during their feeding and increased in weight as shown in Fig. 1, A. They laid viable eggs.

B. Similar pre-fed and mated ticks were next pulled from their host, weighed, and allowed to reattach to the same host. Although excretion, and presumably feeding, was interrupted for about two hours while they sought a new blood supply, most engorged as readily as those in Group A (Fig. 1, B.). Their eggs were also viable.

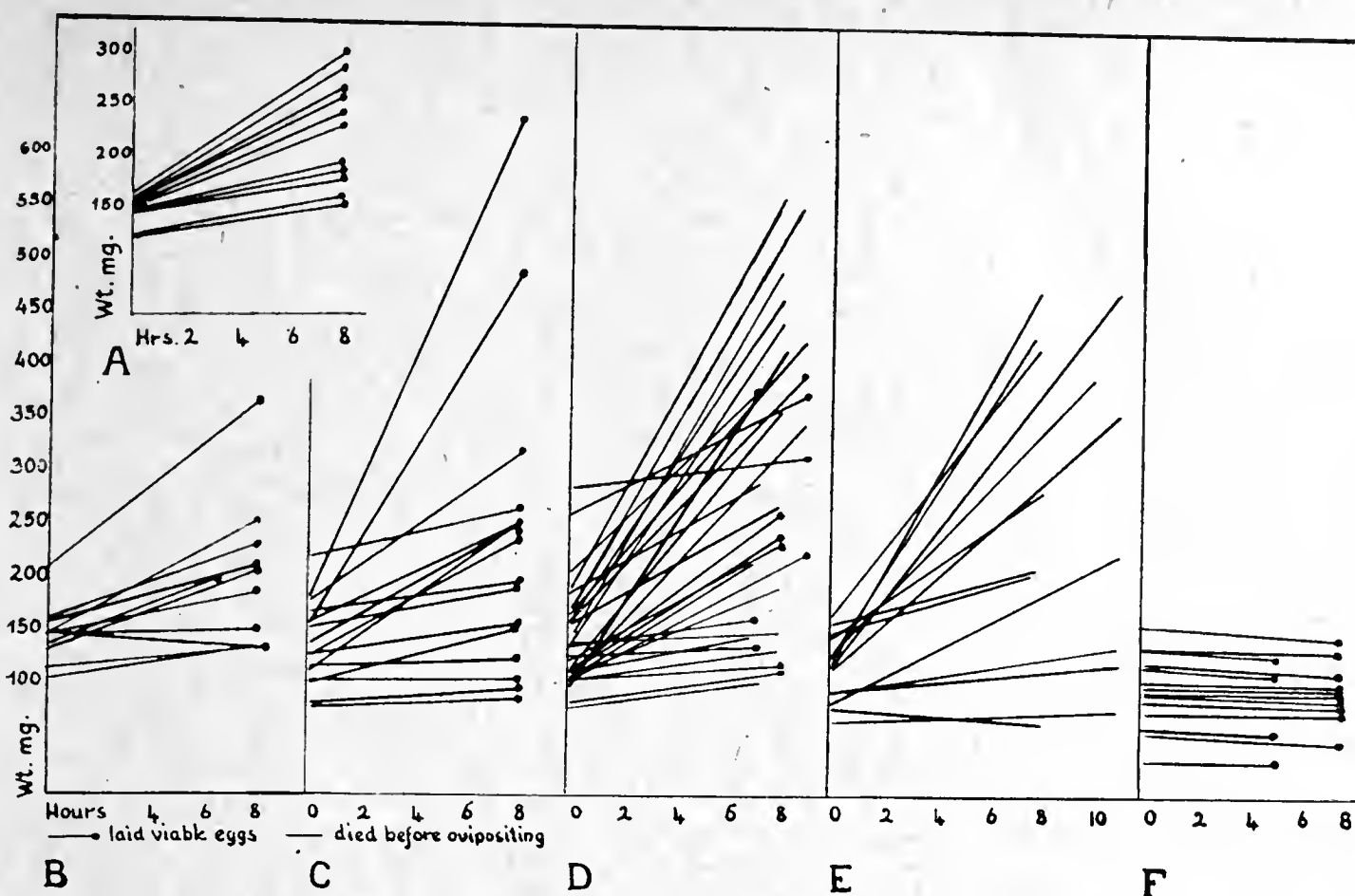
C. Observations of mated ticks transferred to depilated rabbits' ears, whether the hosts were anaesthetized with sodium pentobarbitol or not, were equally encouraging and most ticks commenced to attach immediately they were taped against the skin. Their engorgement is shown in Fig. 1, C.; their eggs were viable.

In order to observe the relation between the tick's mouthparts and the host's tissues during some of these feedings, windows were prepared in rabbits' ears by carefully removing a five millimeter disk of skin and cartilage from the lower surface of the ear. It was found that ticks would attach and feed readily, both from the upper side of the window-membrane and from the exposed underside. The latter surface was particularly preferable for study by transmitted light, and apart from a partial masking of the tissue by the tick's cement, good preparations often showed characteristic ejection and sucking motions (Gregson, 1960 b). Not to be confused with the tick's disturbances of the ear blood supply is a normal reversible flow of blood cells in some of the capillaries, together with frequent surges of clear plasma.

Tick attachment and partial engorgement also took place if rabbits' ears were detached and perfused with human blood, but due to perfusion difficulties feeding was usually limited to about four hours. Such preparations, however, had the advantage that blood flow, pressure, and consistency could be altered and also that the perfused blood could be collected or recirculated without metabolic interference by the rest of the animal. The few ticks that were partially fed in this manner laid viable eggs. The perfusion methods of Zucker and Borelli (1955) were followed.

D. Two observations encouraged a departure from feeding ticks directly on living skin. Firstly, it was observed that, although ticks appear to obtain their blood from an intradermal blood supply, they were quite capable of penetrating a thin layer of skin in search of nourishment. Secondly, it was found that they would readily pierce a thin prepared membrane (Silverlight<sup>1</sup>) providing that it was adjacent to warm fresh

<sup>1</sup> Goldbeater skin, obtained from Julius Schmid, Inc., New York, N. Y.



Initial and final weights of 5-day pre-fed ticks during 5 to 11 hour observations when:  
 A, mated and left on original sheep host (tick's initial weight estimated).  
 B, mated, removed, and replaced on original sheep host.  
 C, mated, and transferred to ear of rabbit.  
 D, mated, and transferred to rabbit skin over slow-moving human blood.  
 E, mated, and transferred to rabbit skin over fast-moving human blood.  
 F, unmated, and transferred to ear of rabbit.

Fig. 1.

skin. This did not happen if the membrane was separated from the skin by cellophane (Saran Wrap<sup>2</sup>) but did take place to a lesser extent if it was in direct contact with warm blood. Keeping these facts in mind, an artificial host was made by superimposing a strip of depilated and fat-free rabbit skin over a piece of fine nylon cloth and enclosing the two between two 1" × 4" sheets of 1/4" plastic. A longitudinal slanting slit in the upper sheet served to confine the ticks over the skin; a flow of warm water through passages within the lower sheet kept the device at 36° C. Human blood was pumped through fine plastic tubing to below one end of the skin where it perfused through the nylon cloth and was bled off from the other end in such a way that the pressure beneath the skin was slightly positive. In the first series of tests the blood was fed slowly at a rate of 0.5 cc. per hour. Mated ticks attached readily to the skin and all engorged to some extent during the seven-to-eight hour observations; some engorged particularly well (Fig. 1 D). However, excretion of haematin during engorgement was rare and only regular in a few instances. It was found that Silverlight membrane could be substituted for the rabbit skin, but although the visibility of blood movements was greatly enhanced, attachment by the ticks was poor.

E. In a second series of observations the blood was passed rapidly (10 cc. per minute) under the skin. Ticks were found to engorge just as readily under this condition but excretion of haematin was always absent.

Of the ticks which were fed on the last two perfused preparations none which ingested over 235 mg. of blood lived to lay eggs. Instances of viable egg laying

<sup>2</sup> Dow Chemical Co. of Canada, Toronto.

following weight increases of from 100 to 235 mg. occurred only in group D. ticks which were observed to excrete normally. Only one of these ticks engorged to repletion—this reached a weight of 394 mg.

F. By way of contrast in their feeding following transfers to rabbits' ears several series of five day pre-fed but unmated females were treated as group C. These ticks were less willing to attach; those that did all lost weight during the ensuing five to eight hours, in spite of the fact that several excreted regularly.

The conclusions drawn from these experiments are that mated partially-fed female *D. andersoni* ticks can be fed to repletion on artificial preparations of skin or membrane over warm citrated and oxygenated human blood, but that feeding will not be normal and viable eggs will not be laid unless the blood is presented in such a way as to enable the tick to metabolize it and excrete with normal regularity. Observations made at the mouthparts of the tick, feeding either on living skin or on membranes over perfused blood suggest that at least some of the ejections of salivary fluids are meant to be sucked back with the alternate withdrawals of blood. The success of artificial feeding will thus probably depend on the proper flow and volume of blood beneath the feeding tick. If this is achieved, it may not be difficult to pass to the next stage—that of feeding the unmated female which seems not only to be less desirous of reattaching to a new host but appears also to be more dependent on the action of its secretions.

## REFERENCES

- BALASHOV, J. 1957. Gonotrophical Relations in the Ixodid ticks. Zoo. Institute, Acad. Sciences USSR. 36 (2) 285—299. — BALASHOV, J., 1958. Specific Features of the Stage of Feeding in the Ticks (Ixodidae). Zoo. Institute, Acad. Sciences USSR. 18: 78—109. — GREGSON, J. D., 1938. Notes on some Phenomenal Feeding of Ticks. Ent. Soc. Brit. Col. 34: 8—11. — GREGSON, J. D., 1960a. The Enigma of Tick Paralysis in North America. Proc. Eleventh Int. Cong. Ent. — GREGSON, J. D., 1960b. Morphology and Functioning of the Mouthparts of *Dermacentor andersoni* Stiles. Acta Tropica 17: 47—79. — TARSHIS, I. B., 1958a. Feeding Techniques for Bloodsucking Arthropods. Proc. 10th Int. Cong. of Ent. Vol. 3: 767—784. — TARSHIS, I. B., 1958b. A preliminary Study on Feeding *Ornithodoros savignyi* (Audouin) on human blood through animal-derived membranes (Acarina: Argasidae). Ann. Ent. Soc. Amer. 51: 294—299. — TOTZE, R., 1933. Beiträge zur Sinnesphysiologie der Zecken. Zeitschr. vergl. Physiol. 19: 110—161. — ZUCKER, M. B. and BORRELLI, J., 1955: Quantity, Assay and Release of Serotin in Human Platelets. J. App. Physiology. 7: 425—431.

## DISCUSSION

FELDMAN-MUHSAM: 1) Did the ticks replete to normal size under your artificial conditions?  
2) Was it possible to keep the ticks attached to the membrane more than 12 hours?

GREGSON: 1) Only a few engorged to normal repletion and dropped off on their own.

2) The remaining ticks remained attached but perfusion difficulties made it inconvenient to continue studies beyond this period. It is felt that the failure for more ticks to engorge within the period of observation was due to imperfect presentation of the blood, rather than a normal behaviour of the ticks.

C. B. PHILIP: In the attempt to produce tick paralysis by feeding ticks on an external preparation of circulating blood had the partially fed ticks been shown to paralyse the previous sheep host? How long did they continue to feed on reattachment? Was this done more than once?

GREGSON: The ticks had previously paralysed a sheep. They were removed, and reattached to the preparation for 12 hours. The experiment was done twice.



# ESQUISSE D'UNE RÉPARTITION DES TROMBICULIDAE (Acarina) DANS LA SOUS-RÉGION OCCIDENTALE D'AFRIQUE

R. TAUFFLIEB, Maître de Recherche d'Entomologie Médicale  
Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer — Paris

Notre connaissance des Trombiculidae larvaires est encore fort incomplète car très récente, dans toute la Sous-région Occidentale d'Afrique. Nous pouvons cependant cataloguer actuellement environ 45 espèces appartenant à une quinzaine de genres et sous-genres différents; cinq de ces espèces doivent être passées sous silence, leur description ancienne étant trop incomplète pour leur donner un statut taxonomique précis. On peut actuellement répartir en 4 groupes d'importance fort inégale les Trombiculidae de cette Sous-Région éthiopienne:

- les espèces à faible diffusion, très localisées,
- les espèces endémiques,
- les espèces à répartition éthiopienne,
- les espèces cosmopolites.

1 — Les espèces localisées sont les plus nombreuses. Nous en avons catalogué 27: *Trombicula nyongae* Taufflieb & Mouchet, 1959, *T. guineense* (Bruyant & Joyeux), 1913, *T. mini dsangi* T. & M., 1959, *Leptotrombidium legaci* (André), 1950, *L. arvicanthi* T. 1960, *L. marcandrei* T., 1960, *Microtrombicula youhensis* Abonnenc & T. 1957, *M. nyctinomi* T., 1960, *M. iecensis* T., 1960, *Blankaartia rageaui ardeolae* T. & M., 1959, *Neotrombicula nicolei* T., 1958, *Schongastia galachrysia* T. & M., 1959, *S. moreli* T., 1960, *S. eburnensis* T., 1960, *S. oubanguiana* André, 1951, *Ascochongastia aethiopica* (Hirst), 1926, *A. benuensis* T. & M., 1959, *Elianella anomaluri* Vercammen, 1956, *E. livadasi* T. & M., 1959, *Helenicula pilosa* A. & T., 1957, *H. vercammen-grandjeani* A. & T., 1957, *Euschoengastia mailloti* T. & A., 1957, *Schoutedenichia praomyia* (Radf.) 1942, *S. breviscuta* T., 1960, *Schongastiella caeca* A., 1951, *S. tauffliebi* Lavoipierre, 1955, *Whartonia atracheata* T. & M., 1959.

Il est certain d'ailleurs que quelques espèces de cette liste ont une répartition plus étendue que ce que nous connaissons actuellement. Il semble de plus que la localisation étroite de certaines de ces espèces soit liée peut-être à un terrain, à un biotope particulier, mais surtout à une adaptation exclusive à un ou plusieurs hôtes à faible rayon d'action. Par exemple *Neotrombicula nicolei* est trouvé aux environs immédiats de Brazzaville (Congo) dans un biotope très précis et uniquement à cet endroit. Il parasite indifféremment 3 des 4 sortes de rongeurs de ce lieu (*Lophuromys*, *Dasymys* et *Oenomys*) à l'exclusion des *Rattus* qui eux se déplacent bien plus loin que les précédents.

2 — Les espèces endémiques, du moins celles que nous connaissons sont beaucoup moins nombreuses. La plus représentative de cette zone zoogéographique nous semble être *Trombicula mastomyia* Radf., 1942 (= *T. giroudi* André, 1951). Cette espèce est en effet répandue depuis le Sierra Leone jusqu'à l'embouchure du Congo en passant par la Côte d'Ivoire, le Cameroun, la République Central Africaine et le Congo. Il a donc une répartition très homogène due peut-être au fait qu'il parasite de nombreux genres de rongeurs (*Arvicanthi*, *Mastomys*, *Rattus*, *Mylomys*, *Mus*, *Lemniscomys*, *Praomys*, *Aethomys*) et uniquement eux, à l'exclusion d'autres mammifères et oiseaux.

*T. sicei* André, 1951, est également largement répandu au Cameroun, en République Central Africaine, au Congo, dans le Nord de l'ancien Congo Belge, non seulement sur des rongeurs très divers (*Rattus*, *Lemniscomys*, *Anomalurus*, *Thrionomys*, *Mastomys*, *Dasymys*) mais également sur beaucoup d'oiseaux piéteurs de savanes (*Francolinus*, *Numida*, *Ptilopachus*, *Pternistis*, *Gallus domesticus*). Ce choix d'hôtes très varié pro-

voque d'ailleurs l'apparition de formes à dimensions différentes de celles de l'espèce-type et il n'est pas encore possible de dire s'il s'agit simplement de variations morphologiques inconstantes ou d'entités taxonomiques voisines mais distinctes.

*T. quasisicei* T., 1958 présente un choix d'hôtes analogue à l'espèce précédente, rongeurs et oiseaux piéteurs (*Dasymys*, *Lemniscomys*, *Mastomys*, *Rattus*, *Centropus*, *Francolinus*, *Sarciophorus*). Mais si sa répartition géographique est encore très large allant du Mali jusqu'à l'embouchure du Congo, il s'agit d'une espèce beaucoup plus rare et sa densité de population est presque toujours faible.

*Neoschongastia moucheti* Brennan, 1956, a été trouvée en Côte d'Ivoire et au Cameroun. Cette espèce semble étroitement liée aux perdrix d'Afrique (*Francolinus*), ce qui laisse à penser que sa répartition est beaucoup plus étendue que celle que nous connaissons actuellement.

3 — Les espèces dites à répartition éthiopienne sont celles qui débordent dans la sous-région orientale voisine soit vers le Nord soit vers l'Est. On peut citer dans ce groupe *Blankaartia r. rageani* T. & M., 1959 connu du Cameroun sur *Actophilornis*, oiseau aquatique et du Sénégal sur *Centropus*. *Microtrombicula rodhaini* (J. & VG.), 1952, parasite de rongeurs et de musaraignes a été trouvé au Ruanda ainsi qu'au Cameroun. *Gateria* (*Giroudia*) *brennani* (J. & VG.), 1952, existe au Ruanda et dans l'ancien Congo Belge sur différents rongeurs (*Dasymys*, *Mastomys*, *Leggada*, *Stochomys*, *Arvicanthis*, *Pelomys*, *Lophuromys*, *Oenomys*) et musaraignes (*Crocidura*). Il a été retrouvé au Cameroun sur Mangouste (*Attilax*). *Whartonia oweni* VG. & Br., 1957 est connu du Soudan à l'Est et du Cameroun à l'Ouest uniquement sur chauve-souris.

*Schongastia r. radfordi* J. & VG., 1954 et ses deux sous-espèces *S. r. nottei* VG., 1958, et *S. r. aefiensis* T., 1958, forment un groupe extrêmement ubiquiste qui s'est adapté à des hôtes très divers: rongeurs (*Arvicanthis*, *Dasymys*, *Otomys*, *Pelomys*, *Oenomys*, *Cricetomys*, *Lophuromys*, *Aethomys*, *Mastomys*), musaraignes (*Crocidura*), petits et grands carnassiers (*Herpestes*, *Felis serval*), oiseaux (*Francolinus*, *Centropus*, *Numida*). Sa répartition actuellement connue s'étend du Tchad au Nord, jusqu'à l'embouchure du Congo à l'Ouest, et au Kivu et Ruanda à l'Est, en passant par le Cameroun, la République Central Africaine et le Congo. Et il est à peu près certain que cette très large diffusion est encore plus étendue que nos connaissances actuelles ne le laissent supposer.

4 — Le dernier groupe, les espèces cosmopolites, ne comprend jusqu'ici que deux espèces:

*Blankaartia acuscutellaris* (Walch), 1922, qui était connu depuis longtemps des régions Orientale et Australienne du globe sur des hôtes très variés allant de l'homme aux oiseaux (*Ixobrychus*, *Amaurornis*, *Capella*, *Centropus*, *Drymophila*) et aux rongeurs (*Rattus*, *Mus*, *Golunda*). Cette espèce a été retrouvée au Cameroun sur un héron (*Ixobrychus*).

L'autre espèce est *Neoschongastia brennani* C. & L., 1955, répandu dans la zone Nearctique sur différents oiseaux et recueilli au cours de ces dernières années au Tchad et au Cameroun sur pintade et perdrix (*Numida* et *Francolinus*).

### Conclusion

De cette classification encore provisoire et des ces données encore incomplètes, on peut conclure que les chances d'extension d'une espèce sont d'autant plus grandes que sa spécificité d'hôtes est moins étroite et quelle est adaptée à des hôtes qui se déplacent sur de grandes distances. Ceci explique la large diffusion — intercontinentale parfois — de certaines larves parasites d'oiseaux.

# THE BIOLOGY OF POULTRY RED MITE (*Dermanyssus gallinae*) AND ITS CONTROL WITH CONTACT AND SYSTEMIC INSECTICIDES

I. R. HARRISON

Veterinary Science Division Boots Pure Drug Co. Ltd. Thurgarton, Notts.

## Introduction

Poultry red mite is a serious blood-feeding parasite of world-wide distribution found not only on chickens but on other domesticated and wild birds. The mite feeds mainly during the hours of darkness and after feeding it returns to the structure of the house where it remains in cracks and crevices. Only in cases of exceptionally high infestations are the mites seen to be feeding during the day, and if the birds from an infested house are examined during the day, very few mites are found upon them. The present study of poultry red mite was started four years ago when it was realized that for its effective control it was necessary not only to find a much more active chemical than at that time was available, but also to study its life history in the laboratory and in the poultry house.

## Life History

The description given by Wood (1917) was found to correspond very accurately with the information obtained during our laboratory studies; at 25° C 80% R. H. it can be summarised as follows:

The eggs are approximately 370 microns in length and are laid in crevices in the structure of the poultry house. Adult fully fed females, if confined in open ended glass tubes covered with gauze, laid 4—8 eggs on the gauze within 24—36 hrs., several batches of eggs can be laid following further blood feeds. A small six legged larvae emerges within 48—72 hrs. and it is approximately the same size as the egg and colourless in appearance. This stage does not feed, and moults within 24 hrs. to the first nymphal stage of approximately 600 microns in length. This stage is much more active than the larval stage and feeds immediately if given the opportunity. 24 hrs. after feeding it moults to the second nymphal stage which again after taking a blood feed moults within 24—36 hrs. to become adult. 12 hrs. after feeding, the adult is ready to lay eggs, so that the life cycle, under normal conditions, takes 7—10 days, an increase in temperature increasing the rate of development. Copulation appears to

Table I

Nightly mite counts for the same house using two sampling boxes

Sampling date	Sampling box	
	1	2
23. 11. 1958 .....	500	700
30. 11. 1958 .....	400	200
7. 12. 1958 .....	400	150
8. 12. 1958 .....	100	300
14. 12. 1958 .....	200	150
15. 12. 1958 .....	100	200
29. 12. 1958 .....	700	1100
4. 1. 1959 .....	400	500
5. 1. 1959 .....	200	300
7. 1. 1959 .....	350	200
Total for 10 counts .....	3350	3800
Average nightly counts ...	335	380

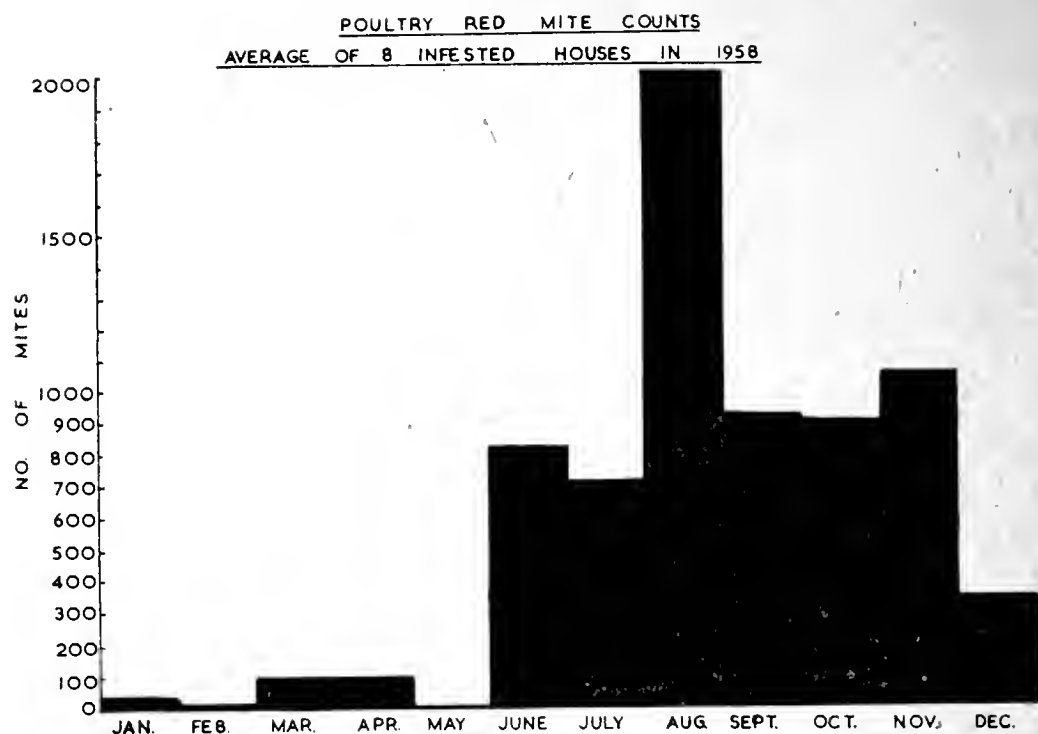
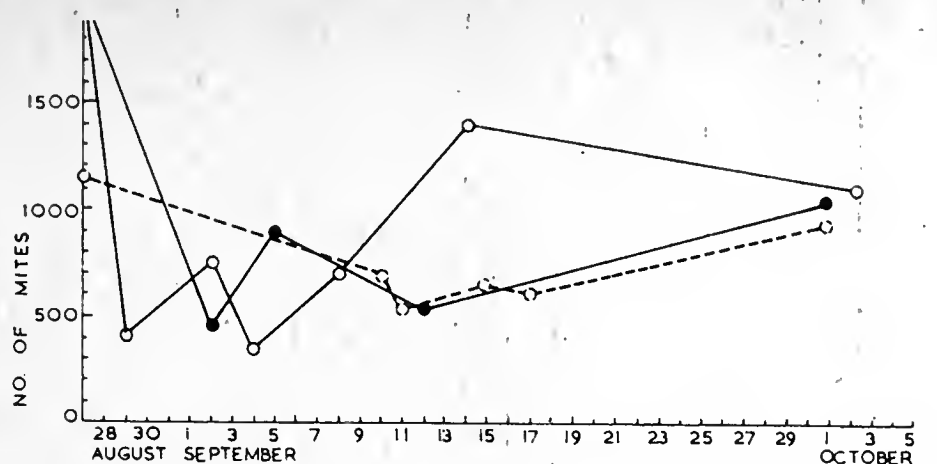


Fig. 1.

be necessary before egg laying takes place, and at each stage the unfed forms are able to withstand periods of low or high temperature very well, the unfed adults survived without food for a period of 9 months so a practical control by leaving a house unstocked to control this parasite is not likely to be successful. The blood feeds take approximately  $1\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  hr. and all the stages will feed on humans.

After these preliminary laboratory studies, eight poultry houses of approximately 150 cu. ft. were artificially infested with red mite; the interiors of the houses were the same in each case, with a single slatted perch on one side of the house. Six birds were kept continually in each house and 2 houses were insulated with fibre glass and thermostatically controlled for carrying out temperature studies. Some method was necessary for accurately assessing the fluctuations of mite populations in these houses. The habits of the mite make this very difficult and various methods of assessment were tried. The simplest was the taking out and examination of the slatted perches where a high percentage of the mites were present. The mite numbers were assessed by various visual methods, but all were found quite unsatisfactory, the big disadvantage being the disturbance of the mites in the house, many being lost during the counting operation. A sampling trap was therefore devised which gives a reasonable method of assessing fluctuations in mite populations and has also proved invaluable for assessing the effectiveness of control measures. A full account of this will be published elsewhere. The device consists of a box, 30 cm  $\times$  30 cm  $\times$  30 cm, open at the top. This opening is sealed by a band of thick grease and covered with wire gauze. The only entrance to the box for the poultry mites is through a row of holes on one side. This is covered by a thick rubber pad on a spring loaded arm operated by a plunger and solenoid. This solenoid is connected to a transformer through a time switch, the transformer and switch being fitted to a separate board. To sample a poultry house infested with red mite, the hens are first removed from the house and the sampling box containing a 10 day old chick is placed in the house half an hour before darkness with the rubber trap open. The time switch is set to operate at a predetermined time during the night. During the hours of darkness the mites come out to feed and find their way into the box through the row of holes on the side. They then feed on the chicken and before this period of feeding is completed the trap is closed sealing in the mites. In day light the mites find shelter in the corrugated cardboard strip round the inside of the top of the box and this is removed the following morning and split open over a white enamel tray. The mites are easily visible and can then be collected and counted





POULTRY RED MITE COUNTS. FOLLOWING  
SPRAYING WITH 0.5% MALATHION AND  
0.5% GAMMA B.H.C.

● MALATHION  
○ GAMMA B.H.C.  
---○--- CONTROL

Fig. 2.

using a suction pump. Fig. 1 shows the average nightly counts in the eight poultry houses during 1958, and it can be seen that during the first five months of 1958 the nightly counts did not exceed 100 mites. This increased rapidly during June when average nightly counts of 800 were recorded and this was maintained during July. August was the peak month with an excess of 2,000 mites being recovered during a one hour trapping period each night. In one instance over 5,000 mites were found in the trap during one night, and 90% of these were fully fed. It is not surprising that heavy infestations of red mite lower egg production. Apart from the constant irritation the repeated loss of blood seriously affects the health of the birds. There was a sharp decline in the September counts to less than a thousand per night but this level was maintained until December when a figure of 300 was recorded. These results have been repeated during 1959 and are at present being repeated this year, and so far the further two years counts have supported the 1958 figures. In 1960 for example, the counts during January to June have not exceeded 50 mites per night, but during July and early August counts of over a thousand have been found. Two identical traps were constructed and run together in the same house to check the variation between traps and some figures shown in Table 1 show that there is reasonable agreement. In all the eight infested houses, the humidity was maintained at not less than 80% R. H. by daily spraying of the floor of the houses with water. During the winter of 1958/9 the two insulated houses were maintained during December, January, February and March at summer temperatures of 65—70° F. The counts, however, in the two heated houses were no higher than the unheated houses. This experiment was repeated during the winter of 1959/60 with precisely the same result. The reasons for this have not so far been discovered. In the laboratory rearing of this mite, increase of temperature has been shown to increase the rate of completion of the life cycle so that it would be expected that the increase of mites in poultry houses during July and August is due to increase in summer temperature, but this is not so. Maximum and minimum temperatures for the years 1958/9 and 1960 show no correlation with the mite counts. In 1960 for instance, during May and June some of the highest temperatures were recorded, but no increase in mite activity was experienced in any of the 8 houses under observation. The possibility of the ratio of light and dark during the summer months being responsible for increased activity is being investigated.

### Control

The study of population fluctuations in poultry houses has shown clearly that where possible spraying should be carried out during May and June before the populations build up to levels likely to affect egg laying and general health of the birds.

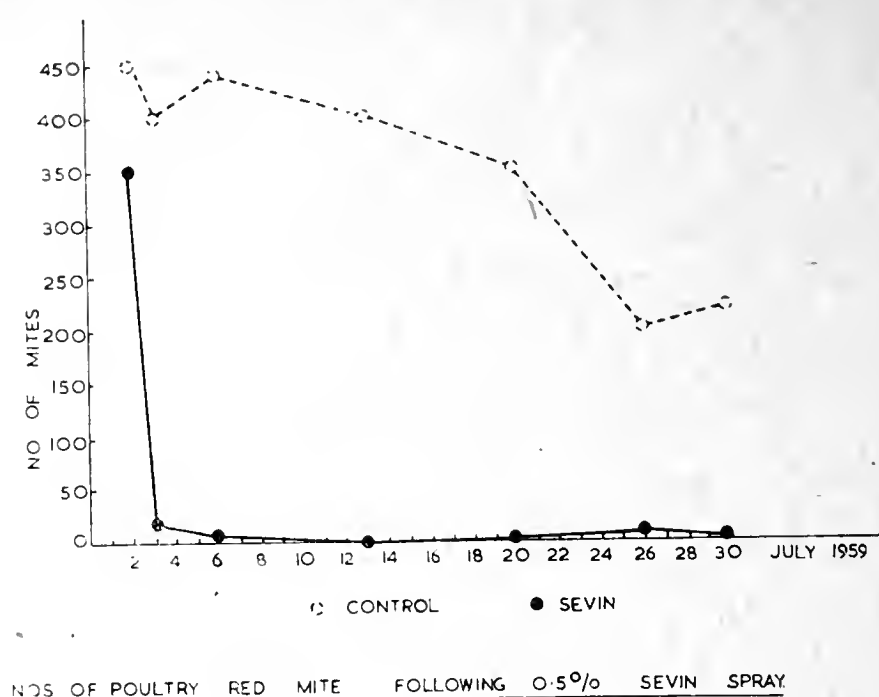


Fig. 3.

The sampling technique was used for a critical assessment of several of the chemicals commonly used for the control of poultry red mite. Four of the poultry houses were used for these trials and they were sampled regularly before and after spraying treatment. Gamma-B. H. C. and Malathion<sup>1</sup> were tested as a 0.5% spray and Korlan<sup>2</sup> as a 1% spray. The mite counts in the treated and untreated houses are given in Fig. 2. It can be seen that with all three chemicals there was a significant drop in red mite populations immediately following treatment, in the case of Korlan for example, the counts of 1,500 before treatment were reduced to 250 several days after spraying. 32 days after treatment, however, there was no significant difference between the counts in sprayed and unsprayed houses.

The effectiveness of Sevin<sup>3</sup> for the control of poultry red mite was reported by Harrison (1960). During the routine screening of compounds for use against red mite, Sevin was shown to have exceptional activity against this parasite. In the laboratory tests it had over ten times the activity of malathion. Fig. 3 shows the red mite counts following treatment with a 0.5% spray. Further trials have shown that with one spray of 0.25% Sevin followed in severe cases by a second application three weeks later, eradication of this parasite is possible. Spray application in June and July has prevented the normal build up in August.

### Systemic Activity

Kraemer and Furman, (1959) reported that Sevin was active against the northern mite (*Ornithonyssus sylviarum*) when mixed with the food given to infested birds. Tests were carried out to see whether Sevin had any systemic activity against the poultry red mite. Birds were dosed with capsules containing various amounts of 50% Sevin wettable powder. They were then placed in the sampling device which was put in an infested poultry house; the mites entered the trap and fed on the bird. The following morning the mites were collected and the percentage mortality observed. It was found that a dose of 200 mg./kg. gave 95–100% kill of mites within 24 hrs. Following this small laboratory trial, an attempt was made to reduce the mite populations in an infested house by dosing the birds at regular intervals with Sevin. It was found, however, that at the high level necessary to kill the mites the egg

<sup>1</sup> S-[1,2-bis(ethoxycarbonyl)ethyl] 0,0-dimethyl-phosphorodithioate.

<sup>2</sup> 0,0 dimethyl 0-(2,4,5-trichlorophenyl)phosphorothioate.

<sup>3</sup> 1-naphthyl-N-methyl carbamate.

production and health of the birds was affected adversely, and this method of control was not justified considering the effectiveness of a spray treatment.

Since the summary of this paper was submitted last January, further experiments with Sevin against other poultry parasites have been carried out. Infestations of northern mite and poultry body lice have been effectively controlled by a single thorough treatment of the birds with a 5% dust.

#### REFERENCES

HARRISON, I. R. (1960). The Vet. Rec. 72, No. 16. p. 298. — KRAEMER, P., and FURMAN, D. P. (1959). J. econ. Ent. 52, No. 1, p. 170. — WOOD, H. P. (1917). U. S. D. A. Bul. No. 553.

#### DISCUSSION

FELDMAN-MUHSAM: What is the influence of "SEVIN" on the fed mites?

HARRISON: It is very active against unfed and fed mites.

GREGSON: What are the residual properties of sevin?

HARRISON: It is active for at least one month.

KOZLOWSKI: J'ai pu constater que 1% des femelles chasées de leurs cachettes de *D. gallinae* portait sur son corps 1° les coquilles d'un œuf, 2° une protonimfe, 3° la mue d'une larve, déjà vide. La protonymfe fut tuée juste au moment où elle sortait de sa mue. On peut juger que l'embryonio j'ai tiré est due aux conditions défavorables, car les mites furent récoltées pendant leur vie pèlerinage après la destruction de leurs cachettes dans le nid d'un pigeon.

SHEALS: Have you any experience of *Dermanyssus* in Broiler houses? It occurs to me that *Haemolaelaps casalis* Berlese which often occurs in great numbers in Broiler houses, and which is reputed to feed on *Dermanyssus* eggs, may be responsible for keeping the population down under these conditions.

HARRISON: No I have not worked with birds on deep litter.

## THE STATUS OF THE GENERA *DERMANYSSUS*, *ALLODERMANYSSUS* AND *LIPONYSSOIDES* (Acari, Mesostigmata)

J. G. SHEALS

Zoology Department, British Museum (Natural History) London

Species of the genera *Dermanyssus* Dugès 1834, *Allodermanyssus* Ewing 1923 and *Liponyssoides* Hirst 1913 are obligatory blood-sucking ectoparasites. *Dermanyssus* species are primarily parasites of birds, although some may temporarily infest mammals in the absence of their normal hosts. Species of *Allodermanyssus* and *Liponyssoides*, on the other hand, have been found only on mammalian hosts. These genera differ from other bloodsucking Laelaptid mites in the extreme elongation of the cheliceral shafts in the feeding stages (protonymph, deutonymph and adult female), and also in the mode of development of the adult dorsal sclerotization. In the three genera under consideration, the posterior part of the adult dorsal shield is formed by a posterior extension of the anterior dorsal shield of the protonymph. In other Laelaptids there is never any backward growth of the protonymphal dorsal shield beyond the level of setae i 5, and the adult condition is normally attained by a forward growth

of the protonymphal pygidial shield. The two shields may or may not coalesce in later developmental stages, but in all cases the posterior dorsal shield, of the adult is clearly derived from the protonymphal pygidial shield. A slight variation from the normal developmental pattern is seen in *Ophionyssus* Megnin 1884 where the pygidial shield becomes reduced during the course of development, and the anterior dorsal shield of the protonymph is retained by the adult. The peculiar nature of the development of the adult dorsal shield in *Dermanyssus*, *Allodermanyssus* and *Liponyssoides* is almost certainly determined by the presence of the enormously elongated cheliceral shafts. The backward extension of the anterior dorsal shield, probably serves as an attachment area for the muscles associated with the chelicerae, and it is interesting to note that a similar posterior prolongation is evident in the Uropoda with long cheliceral shafts.

Krantz (1959) synonymized *Allodermanyssus* with *Dermanyssus* chiefly on the basis of the similarity in the dorsal sclerotization of the protonymphs of *Dermanyssus gallinae* (Degeer), *Allodermanyssus sanguineus* Hirst and *Dermanyssus muris* Hirst. As the latter is the type species of the genus *Liponyssoides* Hirst, on the basis of the evidence put forward by Krantz, it would seem that this genus also must be placed in synonymy. However, during the course of an extensive morphological study of the Dermanyssinae and Macronyssinae (Evans & Sheals in prep.), certain differences, apparently fundamental, have been noted in the chaetotaxy of the palp and the anterior dorsal shield. These observations necessitate a reappraisal of Krantz's conclusions.

### Chaetotaxy of the pedipalp

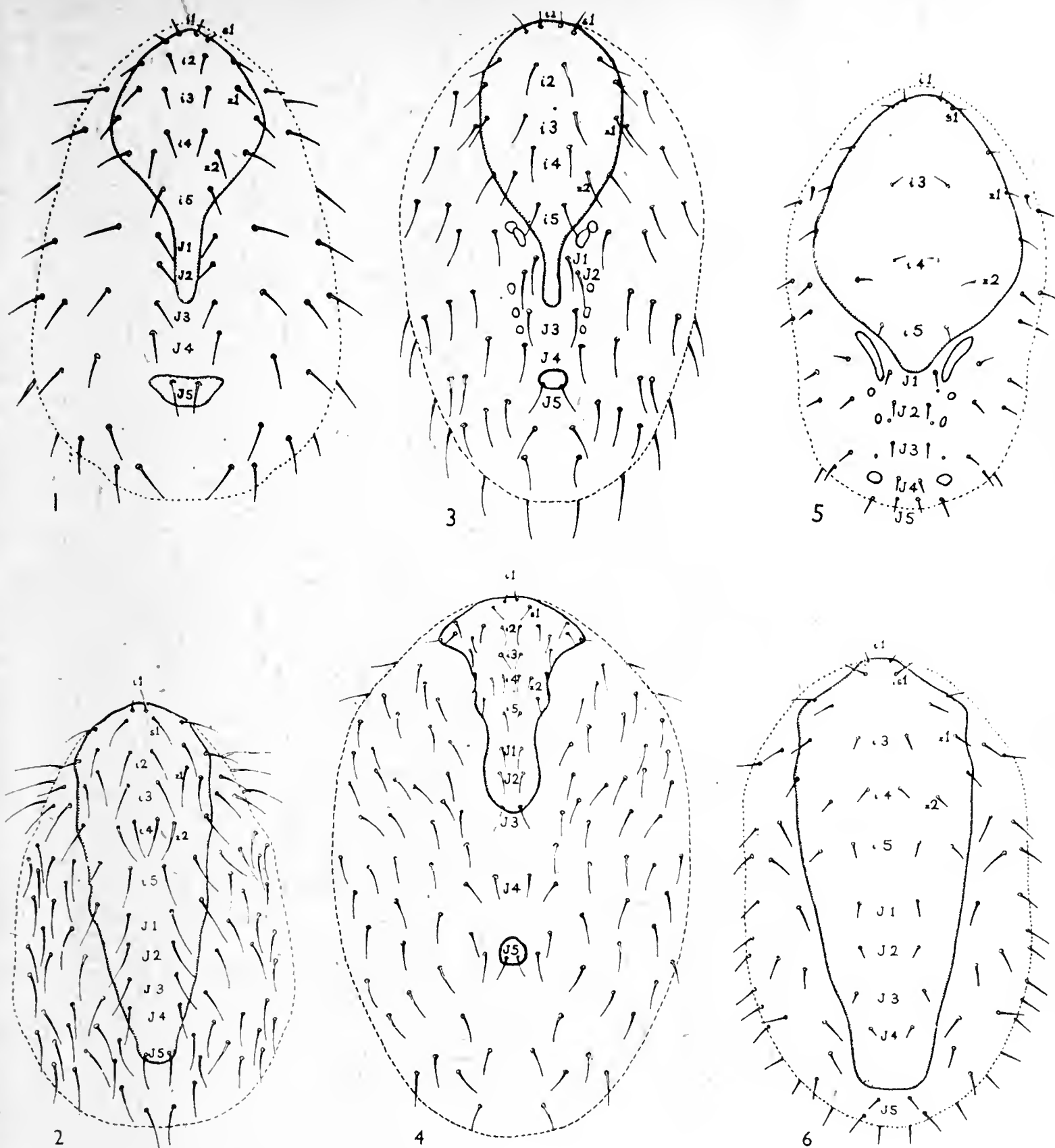
The normal chaetotaxy of the three basal moveable segments, trochanter, femur and genus of the pedipalp in the Parasitoidea, is respectively larva, 0—4—5; protonymph, 1—4—5; deutonymph and adult, 2—5—6. The chaetotaxy of the palp in *Allodermanyssus* and *Liponyssoides* conforms to the normal Parasitoid pattern, but in the genus *Dermanyssus* there is some reduction in chaetotaxy, and the condition becomes larva, 0—4—5; protonymph 1—4—5; deutonymph and adult 2—4—5.

### Chaetotaxy of the dorsum

Several investigators, notably Evans (1955, 1956) and Hirschmann (1957) have noted a basic chaetotactic pattern on the larval and protonymphal anterior dorsal shield throughout the Parasitoidea. The anterior dorsal shield of the larva normally bears nine pairs of setae; comprising 5 pairs of dorso-centrals (i 1—i 5), 2 pairs of intermediaries (z 1—z 2) and two pairs of laterals (s 2 & s 5). The anterior dorsal shield of the protonymph bears 11 pairs of setae made up of 5 pairs of dorsal-centrals (i 1—i 5), 2 pairs of intermediaries (z 1—z 2) and 4 pairs of laterals (s 1—2 & s 5—6). This condition is found in *Allodermanyssus* and *Liponyssoides*, but in *Dermanyssus* setae i 2 are lacking in all stages.

It is interesting to note that setae i 2 are always lacking in obligatory blood-sucking ecto-parasites of birds, viz. all the species of the genera *Dermanyssus* Dugès 1834 and *Pellonyssus* Clark and Junker 1956, and all the species of *Ornithonyssus* Sambon 1928 with avian hosts. These setae however, are present in the laelaptid ecto-parasites of mammals, viz. all species of *Allodermanyssus*, Ewing 1923, *Liponyssoides*, Hirst 1913, *Hirstionyssus*, Fonseca 1948, and *Ichoronyssus*, Kolenati 1858, and most of the species of *Ornithonyssus* with mammalian hosts. The only exceptions appear to be *Ornithonyssus bacoti*, Hirst, and *O. ondatrae* Willmann, both of which lack setae i 2. Here, however, a zoogeographical factor appears to be involved for there is evidence to suggest that both are of New World origin. Stråndtmann and Wharton (1958) cite





Figs. 1—2. *Liponyssoides muris* (Hirst) dorsal. Fig. 1. Protonymph. Fig. 2. Female. Figs. 3—4. *Liponyssoides sanguineus* (Hirst) dorsal. Fig. 3. Protonymph. Fig. 4. Female. Figs. 5—6. *Dermanyssus gallinae* (DeGeer) dorsal. Fig. 5. Protonymph. Fig. 6. Female.

evidence to suggest a New World origin for *O. bacoti* and whilst the type locality of *O. ondatrae* is Germany, its host, the Musk Rat, *Ondatra zibethica* (L), is a comparatively recent introduction from North America.

### Conclusion

It would appear that the morphological similarity shown by the three genera *Dermanyssus*, *Allodermanyssus* and *Liponyssoides* is to a great extent due to the convergent evolution of adaptive characters associated with the feeding habits viz. the elongation of the cheliceral shafts and the mode of development of the adult dorsal sclerotization. However, the absence of the second dorso-central setae (i 2) and the reduction in the chaetotaxy of the palp clearly separate *Dermanyssus* from the other

two genera. Moreover, as the loss of setae i 2 appears to have no adaptive significance, this feature may well be of some importance phyllogenetically.

*Allodermanyssus* and *Liponyssoides* show a remarkable resemblance to each other in the protonymphal stage, and the adults are only separable on the basis of the presence or absence of a minute posterior dorsal platelet. It would seem that this character alone is insufficient to warrant a generic separation, and accordingly it is proposed that *Allodermanyssus* Ewing 1923 should be placed in synonymy with *Liponyssoides* Hirst 1913.

#### REFERENCES

- EVANS, G. O. (1953). On some mites of the genus *Typhlodromus* Scheuten, 1857, from S. E. Asia. *Ann. Mag. nat. Hist.* (12) 6, 449—467. — EVANS, G. O. (1955). A revision of the family Epicriidae (Acarina — Mesostigmata) *Bull. Brit. Mus. (nat. Hist.) Zool.*, 3, 171—200. — HIRSCHMANN, W. (1957). *Schriftenreihe für vergleichende Milbenkunde. Gangsystematik der Parasitiformes, Teil I, Rumpfbehhaarung und Rückenflächen.* Fürth, Germany, Hirschmann. — KRANTZ, G. W. (1959). New synonymy in the Dermanyssinae Kolenati, 1859, with a description of a new species of *Dermanyssus* (Acarina, Dermanyssidae) *Proc. ent. Soc. Wash.* 61 (4), 174—178.

#### DISCUSSION

R. W. STRANDTMANN: If, in these three genera, the podosomal plate grows posteriorly because the chelicerae are greatly elongated, why is this not also the case in *Pellonyssus*, which also has very long chelicerae?

J. G. SHEALS: Possibly because the deutonymph of *Pellonyssus* is a non-feeding stage.

## L'INFLUENCE DU SOMMEIL HIBERNAL SUR LA GALE SARCOPTIQUE CHEZ LES CHAUVES-SOURIS

A. FAIN

Institut de Médecine Tropicale à Anvers — Laboratoire de Zoologie Médicale

Au cours d'observations sur les Acariens producteurs de la gale chez les Chauves-souris de Belgique nous avons constaté que les lésions cutanées caractéristiques de la gale sarcoptique disparaissaient complètement pendant le sommeil hibernale de ces animaux. Cette guérison spontanée des lésions galeuses est à mettre en rapport avec la disparition des Acariens femelles, qui sont à la base de ces lésions et seules responsables de celles-ci. Les Acariens mâles ou les immatures ne jouent aucun rôle dans leur production bien qu'ils pénètrent également dans la peau, comme les femelles. Ils s'y maintiennent semble-t-il plus ou moins longtemps et peut-être même de façon quasi permanente.

Nos observations ont porté principalement sur des exemplaires de *Myotis myotis* Borkhausen parasités par des Acariens appartenant à l'espèce *Nycteridocoptes poppei* Oudemans, de la famille Sarcoptidae (1, 5).

Parmi une dizaine de *Myotis myotis* capturés dans les grottes de Han (en Belgique) le 25 septembre 1958, quatre présentaient des lésions très apparentes de gale. Celles-ci consistaient essentiellement en petites formations cornées très saillantes d'aspect pustuleux situées sur les oreilles ou le long du bord antérieur de l'aile. La plupart de ces formations renfermaient une volumineuse femelle de *Nycteridocoptes poppei* entourée de ses œufs. Le nombre de femelles découvertes chez ces Chauves-souris s'élève

à 6. De nombreux spécimens immatures des différents stades (larves, protonymphes, tritonymphes mâles et tritonymphes femelles) ainsi qu'un mâle furent également rencontrés dans la peau de ces Chauves-souris à différents endroits du corps, mais leur présence n'était associée à aucune manifestation pathologique (1, 2, 3).

Nous eûmes ensuite l'occasion d'examiner 25 spécimens de *Myotis myotis* conservés en alcool et faisant partie des collections de l'Institut des Sciences naturelles de Belgique. Ces Chauves-souris avaient été capturées pendant les mois correspondant au sommeil hivernal, c'est à dire pendant la période s'étendant de janvier à avril. Elles provenaient de diverses régions de Belgique, la plupart des grottes de Han. Toutes ces Chauves-souris étaient indemnes de lésions galeuses, et aucun Acarien femelle ne fut découvert dans la peau ni sur le corps. Par contre des immatures ainsi qu'un mâle de *Nycteridoptes poppei* furent mis en évidence dans les couches superficielles de la peau.

Une douzaine de *Myotis daubentoni* capturés pendant cette même période d'hiver en différentes régions de Belgique montraient les mêmes caractéristiques que les *Myotis myotis* c'est à dire absence de lésions galeuses et d'Acariens femelles mais présence de spécimens mâles (au nombre de 4) et de nombreuses formes immatures appartenant à l'espèce *Nycteridoptes poppei*.

Au cours du mois de juin 1959 (le 6 et le 20) une vingtaine de spécimens de *Myotis myotis* furent capturés dans la grotte de Han. Aucun de ceux-ci n'était atteint de lésion galeuse macroscopique mais l'examen de la peau à la loupe binoculaire nous permit de découvrir chez 2 Chauves-souris, au niveau du pavillon de l'oreille, 2 femelles de *Nycteridoptes poppei*. Il s'agissait de jeunes femelles de petite taille, l'une non ovigère, l'autre contenant un œuf, et qui apparemment venaient d'envahir les tissus, c'est ce qui explique l'absence de lésions à l'endroit où elles étaient implantées. Sur ces mêmes Chauves-souris nous pûmes découvrir de nombreuses formes immatures du même Acarien mais aucun mâle.

Nous avions espéré pouvoir poursuivre ces observations sur les *Myotis myotis* au cours de l'été 1959 afin d'étudier l'évolution de la gale sarcoptique chez cette colonie de Murins. Malheureusement tous les Murins qui occupaient la grotte de Han ont brusquement quitté celle-ci vers le milieu de l'été et ne sont plus réapparus avant l'hiver. Leur départ est probablement à mettre en relation avec l'exceptionnelle sécheresse qui a marqué l'année 1959.

Indépendamment de ces recherches sur la périodicité des lésions galeuses nous avons demandé au Dr. Aellen, du Muséum d'Histoire Naturelle de Genève, de nous envoyer les lésions galeuses ou les Acariens femelles qu'il aurait l'occasion de rencontrer sur les Chauves-souris de Suisse. Répondant très aimablement à notre appel le Dr. Aellen nous fit parvenir dans le courant de l'année 1959 onze petites lésions qu'il avait récoltées sur des Chauves-souris capturées en Suisse et conservées en alcool au Muséum de Genève. Toutes ces lésions contenaient des femelles gravides de *Nycteridoptes poppei*, à raison d'une femelle par lésion. Parmi celles-ci 4 avaient été récoltées sur l'avant-bras de *Myotis myotis* capturés le 3 septembre 1954, et 3 à un endroit non indiqué sur des *Myotis daubentoni* capturés le 6 août 1958. Toutes ces lésions consistaient en de petites poches cornées brunâtres. Trois autres lésions avaient été découpées dans le patagium de 2 *Plecotus auritus* capturés respectivement le 30 juin et le 28 août 1953. Il s'agissait de petites poches cutanées à parois molles ou à peine cornéifiées. En 1960 nous reçûmes encore du Dr. Aellen 30 spécimens femelles de *Nycteridoptes poppei*, la plupart encore enfermés dans leur petite lésion cornée. Tous ces spécimens avaient été récoltés dans le patagium de 2 exemplaires de *Myotis daubentoni* capturés en Suisse respectivement le 28 septembre 1957 et le 6 août 1958.

Ces récoltes du Dr. Aellen sont intéressantes car elles confirment nos observations sur les *Myotis* de Belgique à savoir que les lésions galeuses, et les femelles qui en sont l'agent causal, ne se rencontrent qu'en été ou en automne.

Bien qu'elles soient encore fragmentaires toutes ces observations font cependant ressortir clairement le caractère cyclique de la gale produite par *Nycteridoptes poppei* chez les *Myotis*. Elles montrent que les lésions galeuses atteignent leur plus grande intensité vers la fin de l'été, période qui correspond au maximum d'activité des parasites femelles. Ces lésions s'effacent ensuite complètement vers le mois de janvier, au moment où s'installe le sommeil hivernal, en même temps que disparaissent les Acariens femelles probablement devenus incapables de survivre aux profondes modifications physiologiques que l'hibernation impose à leurs hôtes, à moins que ce ne soit le froid lui-même qui les détruit. Vers le début de l'été on assiste à la réapparition des femelles, suivie de près par les lésions galeuses. Ces nouvelles femelles proviennent des tritonymphes féminines qui ont passé l'hiver sur la Chauve-souris. On constate en effet que les nymphes féminines de même que les autres stades immatures (nymphes masculines, protonymphes et larves) et les mâles, ne subissent pas cette éclipse hivernale et on peut les retrouver sur les Chauves-souris à n'importe quel moment de l'année.

Il est probable que cette évolution cyclique de la gale sarcoptique, rythmée par le sommeil hivernal, telle que nous venons de la décrire chez *Myotis* pour *Nycteridoptes poppei*, se retrouvera aussi chez d'autres Chauves-souris et pour d'autres Acariens sarcoptiques, toutefois nos observations sont encore trop peu nombreuses pour pouvoir l'affirmer avec certitude. Certains faits sont cependant suggestifs à cet égard:

Voyons d'abord le cas de *Miniopterus schreibersi* (Kuhl) parasité en France et en Italie par *Nycteridoptes miniopteri* Fain. Parmi 22 exemplaires de cette Chauve-souris capturés dans le Jura français le 17 décembre 1956, donc un peu avant la période de l'hibernation, 2 portaient sur l'oreille des lésions galeuses contenant des Acariens femelles (lésions envoyées par le Dr. Aellen).

Les Rhinolophes sont également parasités par un Acarien psorique du genre *Nycteridoptes*. Il s'agit de *Nycteridoptes eyndhoveni* que nous avons décrit chez *Rhinolophus ferrum-equinum* en Belgique, et dont seuls le mâle et les immatures sont connus jusqu'ici (4). L'absence des Acariens femelles s'explique probablement par le fait que tous les Rhinolophes que nous avons examinés avaient été capturés dans des grottes de Belgique pendant l'hiver (de février à début avril).

Il nous reste à dire un mot d'une forme de gale qui affecte d'autres Chauves-souris comme *Eptesicus serotinus*, *Nyctalus noctula* et *Pipistrellus pipistrellus* et qui est produite par une espèce du genre *Notoedres* (*N. chiropteralis* [Trouessart]) appartenant aussi à la famille Sarcoptidae (3). Cette gale n'a pas encore été rencontrée en Belgique mais elle y existe probablement car elle a été signalée en France, en Allemagne et aux Pays-Bas. Nous n'avons pas eu l'occasion d'en étudier personnellement l'évolution au cours de l'année, mais la lecture de la littérature est significative à cet égard et suggère que la même périodicité existe ici aussi.

Nous voyons en effet que tous les Acariens femelles de *Notoedres chiropteralis* connus jusqu'ici ont été récoltés sur des Chauves-souris capturées en été ou en automne. Il s'agit d'une part des 4 spécimens femelles de la collection Oudemans dont 3 furent récoltés sur *Eptesicus serotinus* capturés respectivement en août et en décembre, et une sur *Pipistrellus pipistrellus*, capturée à la fin du mois de juin (3). Une seconde série de femelles fut récoltée d'autre part par van Eyndhoven en Hollande sur un *Eptesicus serotinus* capturé en juin et sur plusieurs *Nyctalus noctula* capturés respec-



tivement pendant les mois d'août et de septembre, L'auteur signale que toutes ces femelles avaient produit des lésions galeuses à l'endroit où elles étaient implantées (8).

Le fait que tous ces spécimens femelles de *Notoedres chiropteralis* furent découverts sur des Chauves-souris capturées pendant l'été ou l'automne suggère fortement que ce parasite doit présenter une évolution semblable à celle de *Nycteridocoptes poppei* l'agent de la gale chez le *Myotis*. Nous n'oserions toutefois l'affirmer avant d'avoir pu contrôler l'absence des symptômes de la gale et des femelles parasites sur un nombre suffisant d'*Eptesicus* ou de *Nyctalus* examinés pendant le sommeil hibernale.

Citons enfin une dernière observation faite par nous sur des Roussettes congolaises et qui semble aussi être en rapport avec une évolution cyclique de la gale chez ces Chauves-souris. Dans les régions du Bas-Congo, Rodhain et Gedoelst ont observé sur diverses Roussettes des lésions galeuses renfermant des Acariens femelles appartenant à une nouvelle espèce qu'ils ont nommée *Nycteridocoptes pteropodi* (6, 7). L'examen de nombreuses Roussettes de l'Est du Congo nous a permis de retrouver cette espèce et de découvrir en outre plusieurs espèces nouvelles du genre *Nycteridocoptes* (1, 4). Chose curieuse nous n'avons jamais observé de parasites femelles sur ces Roussettes mais uniquement des mâles en grand nombre et des immatures. La plupart de nos observations ont été faites pendant la saison sèche laquelle est relativement froide dans les régions montagneuses de l'Est du Congo où nous avons travaillé. Faut-il en conclure que ces Roussettes présentent également une phase de repos, fatale aux Acariens femelles et en rapport avec l'abaissement de la température ou le manque de nourriture provoquée par la sécheresse? Seule l'étude plus approfondie des mœurs de ces Chauves-souris et de leurs parasites psoriques pourra élucider cette question.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) FAIN, A., 1958: Les Acariens Psoriques parasites des Chauves-souris. I. Révision du genre *Nycteridocoptes* Oudemans avec description de trois espèces nouvelles chez les Roussettes africaines. Rev. Zool. Bot. Afr. LVIII, 3—4: 232—248. — (2) FAIN, A., 1959: Les Acariens Psoriques parasites des Chauves-souris. V. Sur l'existence de trois types de nymphes dans le genre *Nycteridocoptes* Oudemans. Bull. et Ann. Soc. Ent. Belg., 95, I—IV: 120—128. — (3) FAIN, A., 1959: Les Acariens Psoriques parasites des Chauves-souris. VI. Le genre *Prosopodectes* Canestrini 1897 est composite et doit tomber en synonymie de *Notoedres* Railliet 1893. Acarologia, I (3): 330—331. — (4) FAIN, A., 1959: Les Acariens Psoriques parasites des Chauves-souris. VII. Nouvelles observations sur le genre *Nycteridocoptes* Oudemans 1898. Acarologia, I (3): 335—353. — (5) OUDEMANS, A. C., 1897: A *Sarcoptes* of a bat. Tijdschr. Ent., 40: 270—276. — (6) RODHAIN, J., 1923: Deux Sarcoptides psoriques parasites de Roussettes africaines au Congo. Rev. Zool. Afr., 11: 1—23. — (7) RODHAIN, J. GEDOELST, L., 1921: Les affinités du Sarcoptidé de l'*Eidolon helvum*. C. R. Séances Soc. belg. Biol., 84: 757—759. — (8) VAN EYNDHOVEN, G. L., 1947: Beschrijving van een nieuwe vleermuisparasiet, *Notoedres vanschaikei* v. Eyndh. 1947 (Acar.). Tijdschr. v. Ent., LXXXVIII, p. 134—136.

## DISCUSSION

MOUCHET: Les acariens Analgesidae présentent une très nette diminution de densité en saison sèche chez les oiseaux du Nord-Cameroun; de nombreux oiseaux sont indemnes d'infection. De même lorsqu'une espèce est présente dans la forêt humide du Sud Cameroun et dans les savannes sèches du Nord où constate un parasitisme beaucoup plus intense dans les régions humides pour les mêmes espèces d'acariens (observation faite sur la pintade *Numida meleagris*). Les Laelaptidae des rongeurs et les Trombiculidae des *Damans* marquent aussi une nette regression en saison sèche.

FAIN: Ces constatations montrent que le phénomène de la diminution des acariens parasites dans les conditions défavorables est probablement général et qu'il s'étendra à de nombreuses espèces autres que celles des Chauves-souris.

# L'APERÇU SUR LA PARTICIPATION DES PARASITIFORMES (Acarina) DANS LA FORMATION DES FOYERS NATURELS DES MALADIES TRANSMISIVES EN POLOGNE

SLAWOMIR KOZŁOWSKI

Laboratoire d'Acarologie du Détachement de la Parasitologie Médicale de l'Institut National de l'Hygiène — Varsovie

Notre équipe avait fait partie des trois expéditions, désignées à resoudre la structure des foyers naturels du méningo-encéphalite à tiques et de la touralemie. Il s'agit de l'apparition des relations tout à fait spécifique entre les éléments d'une biocenose, composée des êtres sensibles, des êtres pathogéniques et des vecteurs. Le tout s'engrène et compose un ensemble comme une chaîne de trois cercles, où les êtres sensibles, liés entre eux par des rapports multiples, constituent en bloc un milieu pour le virus et où l'existence des vecteurs devint nécessaire pour la conservation du virus dès le moment du relâchement des connexions immédiates entre les êtres sensibles; le milieu devenu dispersé, les êtres pathogéniques sont forcés d'exploiter les rapports établis entre leurs hôtes et les animaux parasites — ou disparaître.

Conformément aux données de la littérature mondaine, les Ixodides sont le réservoir mutuel d'ultra-virus de méningo-encéphalite. Le plus important est en Pologne *Ixodes ricinus* (L.), car les autres espèces (y compris *Ixodes persulcatus* P. Schulze) sont bien moins nombreux, quoique on peut exceptionnellement les rencontrer en diverses contrées du pays. On a isolé quelques souches d'ultra-virus provenant de ces tiques, capturées d'ailleurs à jeûne dans les biotopes sylvatiques. La récolte des larves affamées mais déjà aptes à transmettre le contagion indique la voie transovariale comme le chemin de la migration du virus à travers les générations des *Ixodes*. Mais en même temps la propagation d'ultra-virus est à notre avis limitée par la biologie de la tique, car celle-ci ne se gorge que trois fois et probablement jamais deux fois sur la même espèce de l'hôte. Nos expériences, quoique inachevées, montrent néanmoins que les nymphes provenant des larves nourries du sang d'un lapin se gorgent plus avidement du sang de la cobaye et qu'un changement d'alimentation donne des meilleurs résultats que l'alimentation stable. Dès lors on peut dire que les Ixodidae participent en Pologne dans la propagation d'ultra-virus à travers des nombreux genres des êtres sensibles, bien que l'extension de la maladie dans chaque espèce des vertébrés reste toujours en relation directe avec le nombre des larves-vecteurs. Dans les conditions naturelles, c.-à-d. dans une forêt vierge comme l'est p. ex. le Parc National de Białowieża, l'épizootie éclat chaque fois qu'un être sensible entre en contact avec les tiques, mais ça dure; les animaux déjà inoculés par les tiques gagnent une résistance contre la méningo-encéphalite. Or, les souris malades peuvent devenir une source d'infection pour les larves d'*Ixodes*, ce que suffit pour que la maladie s'épanouisse dans toute la forêt. Il est sûr qu'en un temps déterminé toutes les êtres sensibles, y compris l'homme lui-même, gagneront l'encéphalite à tiques dès qu'ils entreront dans le cercle biocentique constituant le milieu pour l'ultra-virus. Mais il est certain aussi qu'en absence des autres vecteurs l'épidémie ne débordera pas et que les tiques à eux mêmes ne pourront pas infecter tous les spécimens d'une espèce des animaux, même extrêmement sensibles. La propagation par la voie des *Ixodes* reste toujours assez étroite. Mais d'autre part la destruction de la biocenose à l'aide du dévastement d'une espèce des hôtes reste inefficace, parceque les tiques peuvent conserver l'ultra-virus pendant les années entières.

Tout autre est le rôle des Gamasides. Ces mites vivent dans le humus, dans les nids des rongeurs, des carnivores, des oiseaux etc. et habitent leur plumage ou leur fourrure; ils se nourrissent des débris organiques, du sang, des excréments; les autres sont par

contre carnivores et parmi eux on rencontre souvent les cannibales. Ils sont bien plus nombreux que les Ixodides et du point de vue théorique leur rôle dans la formation d'un foyer naturel de la toularemie p. ex. devrait être bien plus importante; pratiquement nos bacteriologues et virusologues les ont trouvés incapables de transmettre les deux maladies examinées.

Ce résultat fait à mon avis partie de tous les résultats mondains, toujours incertains avec les Gamasides. On peut citer des dizaines données que ces mites sont été trouvées capables de conserver le virus dans leur corps et d'autres indices leur incapacité de le transmettre aux animaux du laboratoire. Je crois avoir résolu la question de cette contradiction envers les Laelaps, capables de s'infester eux mêmes par la voie orale à cause de leur coprophagie et incapables de perforer la peau du mammifère; mais le problème des haematophages (*Haemogamasidae*, *Haemolaelaps* etc.) reste à résoudre. Peut-être s'agit-il ici d'attrapper une période favorable, peut-être les mites récoltées sur les rongeurs évidemment malades était gorgées du sang inactivé par les anti-corps. Une autre question offre la pénétration des Gamasides dans des milieux divers, comme p. ex. le changement de nourriture des formes tantôt copro-, tantôt nécro- et tantôt haematophages.

Nos recherches faites à Kampinos, une grande forêt située dans un arc de la Vistule dans le voisinage de Varsovie, nous ont fourni des renseignements précieux. La récolte de deux mille des Gamasides, appartenants à neuf familles (*Parasitidae*, *Rhodocaridae*, *Ascaidae*, *Veigaiidae*, *Macrochelidae*, *Laelaptidae*, *Poecilochiridae*, *Pachylaelaptidae*, *Dermanyssidae*) nous a donné la possibilité de dépister la circulation des *Macrochelidae* entre les insectes coprophiles et nécrophages, où on trouve les imagines, et les excréments des animaux où vivent les formes larvaires. En général on peut dire qu'il y a des mites liées pour toujours à un seul milieu et d'autres, errantes dans les milieux les plus divers. Le plus souvent les larves et les protonymphes logent dans une seule niche écologique et les deutonymphes et les imagines occupent un autre milieu, mais ce n'est pas une règle très stricte. A part il faut considérer les espèces vagabondes, vivantes en maintes milieux dès leur naissance. Dans ce cas il y a une niche la plus favorable et d'autres visitées accidentalement. P. ex. les *Rhodocaridae* on trouve le plus souvent dans le tas du fumier, mais on peut les rencontrer aussi dans le humus sylvatique. Les *Parasitae* (*Pergamasus*, *Eugamasus*) vivent dans le tas de fumier en centaines d'exemplaires pendant la période larvaire, mais les formes adultes sont beaucoup plus abondantes dans le humus des forêts — etc. connaissant la possibilité de la survivance de virus dans le corps de ces arthropodes — on peut donc soupçonner que — les Gamasides à eux mêmes forment les conditions les plus favorables pour la fixation et l'épanouissement des maladies zoonoses dans le terrain où ils vivent. Ajoutons ici leur voracité et la capabilité de se nourrir plusieurs fois par jour et nous aurons l'image de leur rôle dans la dissimulation du virus; contrairement que les *Ixodidae* les *Mesostigmata* en général et les Gamasides avant tout sont aptes à faire éclater une épizootie et de la transporter avec une rapidité presque immédiate. Je suppose que ce sont eux qui contribuent avec les poux et les autres arthropodes dans le débordement de la toularemie, envahissante des centaines des rongeurs dans une seule période de végétation. Seulement les conditions d'une telle participation des Gamasides ne sont pas faciles à les dévoiler.

Dans notre laboratoire nous faisons des épreuves de cultiver les mites terrestres — des *Parasitidae*, des *Veigaiidae* — et de installer leur rôle dans la formation des foyers des léptospirosis, mais les résultats ne sont pas prêts à les citer maintenant.



# FACTORS AFFECTING THE PROTECTION OBTAINED WITH INSECT REPELLENTS

CARROLL N. SMITH

Entomology Research Division, Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture

In 1957 studies were initiated at the Orlando, Florida, laboratory on the factors affecting the protection against *Aedes aegypti* (L.) obtained with dimethyl phthalate, deet (*N,N*-diethyl-*m*-toluamide), and ethyl hexanediol. Results already published by Gouck and Bowman (1959) showed that repellents did not affect the evolution of moisture from the skin, but reduced the carbon dioxide output from some individuals. Schmidt *et al.* (1959) found that guinea pigs absorbed 1.3 to 3.4 times as much C<sup>14</sup>-labelled deet as was lost by evaporation, and that most of the absorbed radioactivity was excreted in the urine, but not as deet.

The protection period conveyed by any given dosage of repellent obviously depends on two factors (1) the minimum effective dosage, hereafter designated the MED, which is the minimum amount per unit of surface required to protect against the given population of insects, and (2) the rate at which the applied dosage is depleted to the level of the MED; that is, the rate of loss. The MED will presumably be influenced by such factors, other than those inherent in the repellent, as the avidity of the insects and the desirability of the host. The rate of loss has been presumed to depend principally on actual physical loss, which may be due to abrasion, evaporation, or absorption. Destruction of the repellent on the skin has also been postulated as a possible mode of loss (Kasman *et al.*). At the initiation of these studies it also appeared possible that the repellent might lose effectiveness on the skin, though not be destroyed, by admixture with emanations from the body such as sweat and carbon dioxide. In practical use, much of the repellent is rubbed off the skin by contact with the clothing of other objects; hence abrasion probably constitutes the principal mode of loss.

This paper summarizes the studies on the modes of loss other than abrasion, and on the other factors mentioned above as having a possible influence on the protection period. To obtain the most uniform avidity 7- to 8-day-old mosquitoes were used, and dosages were adjusted so that tests could be completed in the morning whenever possible (Gouck and Gilbert 1962). Even so, the avidity sometimes varied greatly between widely separated groups of experiments.

The minimum amount of each repellent required to provide protection when first applied (MED) was usually about the same on different men and women in any one series of tests, except occasionally on Subject C. In determining the MED's a measured area of forearm was treated with a range of dosages of each repellent. The arms were exposed to mosquitoes 5 minutes after treatment and at 30-minute intervals until a confirmed bite was received.

If no variations occurred from test to test, and the MED could be determined exactly, it would be the lowest dosage that would barely prevent bites in the initial test, and allow bites after 30 minutes, when some of the repellent had evaporated or been absorbed. Since variations do occur, the MED can be expected to permit bites in the initial exposure in some tests, and to give protection after 30 minutes in others. From the results obtained with a range of dosages in two series of tests the MED's in mg. per 10 square centimeters of skin surface on three men, Subjects A, B, and C, and two women, G and H, were estimated as follows:

	Series I:			Series II:		
	A	B	C	A	G	H
Deet .....	<0.56	0.54	0.54	0.50	0.77	0.46
Ethyl hexanediol .....	0.88	1.24	1.01	2.32	2.79	2.25
Dimethyl phthalate .....	13.17	11.47	>35	12.40	12.62	12.63

Subject C obtained protection with much lower dosages of dimethyl phthalate in several other series of tests to be discussed later.



Studies were made on the relative attractiveness of these five subjects, and others, to mosquitoes and on the relationship of attractiveness to the protection period and to the amount of repellent remaining on the arms at the time mosquitoes begin to bite. Biting rate tests were made to determine the relative attractiveness of the subjects when no repellent was on the skin. In these tests two subjects exposed their arms simultaneously in the test cage, and counts of biting mosquitoes were averaged on the basis of bites per 10 square centimeters of skin.

Tests with dimethyl phthalate on six male subjects (Smith *et al.* 1960) showed an inverse correlation between protection time and rate of loss but none between attractiveness and protection time or the amount of repellent remaining on the arms at the time 5 bites were received.

Since there was considerable variation in biting rates and protection periods from day to day, six series of tests were made in which the protection tests were begun immediately after the biting rate tests were completed. In three of the series dimethyl phthalate, deet, and ethyl hexanediol were used on Subjects A, B, and C, and in three series they were applied to A, G, and H.

In all tests comparing Subjects A, B, and C, Subject B showed the greatest natural attractiveness and Subject C the least; the differences between B and A were always significant, those between A and C were significant in two of the three series. Subject C always had significantly shorter protection periods than B and A; he also lost repellent faster, significantly so in two of the three series. A received significantly longer protection than B with dimethyl phthalate only, and showed no consistent difference in rate of loss. In these tests the failure of the repellents to protect C as long as the other subjects cannot be attributed to greater natural attractiveness, but was apparently correlated with a faster rate of loss.

In the three series with Subjects G, H, and A there was no correlation between the relative attractiveness of the subjects and the amount of protection received, and only incomplete correlation between the rate of loss and the protection time. Subject A was the least attractive in all three series of tests; the differences were statistically significant in only one series, but closely approached significance in the other two. In the series with diethyltoluamide, A was significantly less attractive than G but not H, lost repellent faster than H but not G, and had a significantly shorter protection period than either G or H. With dimethyl phthalate, A did not lose repellent as fast as either G or H, but had a significantly shorter protection time than H. With ethyl hexanediol, A had the smallest rate of loss and the longest protection time. Subject H was less attractive than G in two series and more attractive in one, but always lost repellent more slowly and had longer protection periods.

Evidence was obtained that repellents do not deteriorate while on the skin, or lose effectiveness by mixture with sweat, carbon dioxide or water. Sweat collected from the arms of Subjects A, B, and C and added to ethanol solutions of dimethyl phthalate, deet, or ethyl hexanediol caused no consistent reduction in the effectiveness of the repellents, although there was a significant reduction with deet on Subject C. Carbon dioxide bubbled through dimethyl phthalate, with and without water present, caused no loss in the effectiveness of the repellent when it was tested on skin, cloth, or an artificial membrane (methods of Bar-Zeev and Smith 1959, Smith 1958). To determine whether bacteria on the skin contributed to decreasing the effective period, dimethyl phthalate was tested concurrently on unwashed arms and on arms washed twice with a 1:1,000 solution of merthiolate and rinsed twice with alcohol. The merthiolate solution alone did not prevent biting. The period of protection was almost identical on the aseptic and non-aseptic arms of four subjects, and slightly longer on the non-aseptic arm of a fifth subject.

In a further effort to determine whether any chemical breakdown occurred during the time the repellent was aging on the skin, samples of deet and dimethyl phthalate recovered after aging for 6 hours on the arms of A and C were analyzed by infrared spectrophotometry through the kindness of S. A. Hall and Morton Beroza of the Beltsville, Maryland, laboratory. The infrared curves indicated there had been no appreciable change of either repellent.

Additional tests were conducted to determine whether the amount of deet remaining on the skin after a period of aging was less effective than an equal amount freshly applied. Dosages small enough to permit completion of a test in a single morning were applied to the right forearms of Subjects A and C. The subjects alternately exposed their treated arms in the same cage of mosquitoes until five bites were received in 3 minutes. Immediately the forearms were rinsed with ethanol, the amount of repellent remaining was determined by spectro-photometry, and an equal amount was applied to the left forearm of the same subject, which was immediately tested in the same cage of mosquitoes. The amount of repellent recovered immediately after 5 bites were received ranged from 0.51 to 0.77 mg. per 10 square cm. and when equal amounts were applied to the other arm, 5 bites were received immediately in five tests, after 30 minutes in two, and after 60 minutes in one. The freshly applied repellent was no more effective than an equal amount of repellent remaining as an aged residue from a heavier original application.

The amounts of repellent lost by evaporation and absorption from the arms of men and women, from guinea pigs, and from cloth maintained at about skin temperature were determined. The treated objects were enclosed in glass chambers, air was passed through the chambers, and the evaporated repellent was collected in ethanol in gas washing bottles. The repellent remaining on the arms and guinea pigs was recovered by rinsing with ethanol, and the amount absorbed was determined by subtraction from the known amount applied. All amounts were determined by ultraviolet spectrophotometry.

Evaporation rates were usually about the same on different men and women, but absorption rates showed more variation, and probably account for most of the individual differences observed in the total rates of loss in the tests previously described. Evaporation rates were about twice as high from skin, and three times as high from guinea pigs, as from cloth. Ethyl hexanediol and dimethyl phthalate evaporated about twice as fast as deet.

The amounts of deet lost by evaporation from a guinea pig every 3 hours for 24 hours were determined. The rate of loss was about the same for the first 15 hours, then decreased sharply.

Evaporation tests were made with deet, ethyl hexanediol, and dimethyl phthalate applied to arms at dosages of about 0.75, 1.5, 9, and 18 mg. per 10 square cm. To obtain the different dosages, different concentrations in ethanol were used. At all dosages deet was lost about half as fast as the other repellents. There was some increase in the amount of repellent lost with each increase in the dosage applied, but the amount lost did not represent a constant percentage of the amount applied; e. g. 60% of the 0.75-mg. dosage of dimethyl phthalate was lost during 2 hours as opposed to only 5% of the 18-mg. dosage. The rate of loss usually remained fairly constant for each half-hour period during the 2-hour tests, but at the 0.75 mg. dosage it declined in each successive period. There is a possibility that at least a part of the difference in the rate of loss at different dosages may be due to the concentration at which the repellent was applied rather than the actual amount present.

The relative initial effectiveness of dimethyl phthalate, deet, and ethyl hexanediol on the skin of humans (A and G) and the shaved skin of animals (steer, pig, rabbit, and guinea pig) was determined by means of the MED's. There were no consistent differences except with the steer, which had MED's two to six times as high as the other hosts.

The residual effectiveness of the repellents on the various skin surfaces, as influenced by their loss by evaporation and absorption, was also studied. The steer lost all three repellents faster than any of the other hosts, as shown by shorter protection times when dosages of about 0.75 mg./10 sq. cm. *above the MED* were applied to each skin surface. There were no consistent differences between the other hosts.

#### REFERENCES

- BAR-ZEEV, Micha, and SMITH, CARROLL N., 1959. Action of repellents on mosquitoes feeding through treated membranes or on treated blood. *Jour. Econ. Ent.* 52 (4): 263—7. — BOWMAN, Malcolm C., BEROZA, M., and ACREE, Fred, Jr. 1959. Colorimetric determination of 2-ethyl-1,3-hexanediol. *Jour. Agric. and Food Chem.* 7 (4): 259—60. — GOUCK, H. K., and BOWMAN, M. C., 1959. Effect of repellents on the evolution of carbon dioxide and moisture from human arms. *Jour. Econ. Ent.* 52: 1157—9. — GOUCK, H. K., and GILBERT, I. H., 1962. Effect of age and time of day on the avidity of *Aedes aegypti*. *Florida Entomologist* (in ms.). — KASMAN, S., ROADHOUSE, L. A. O., and WRIGHT, G. F., 1953. Studies in testing insect repellents. *Mosquito News*. 13: 116—23. — SCHMIDT, C. H., ACREE, F., Jr., and BOWMAN, M. C., 1959. Fate of C<sup>14</sup>-diethyltoluamide applied to guinea pigs. *Jour. Econ. Ent.* 52: 928—30. — SCHMIDT, C. H., BOWMAN, M. C., and ACREE, Fred, Jr. 1958. Ultraviolet determination of the insect repellent diethyltoluamide. *Jour. Econ. Ent.* 51: 694—7. — SMITH, C. N., 1958. Insect repellents. *Soap and Chem. Spec.* 34 (2): 105—12, 103; 34 (3): 126—33. — SMITH, C. N., GILBERT, I. H., and GOUCK, H. K., 1960. Factors in the attraction of mosquitoes to hosts, and their relation to protection with repellents. *Proc. XI International Cong. Ent.* (in press).

### LA SENSIBILITÉ DIFFÉRENTIÉE AU DDT-p, p' ET À L'HCH — GAMMA EN RELATION AVEC LE SEXE CHEZ *PEDICULUS HUMANUS HUMANUS* L.

ANNA BOJANOWSKA et BOGUMIŁA DOMICZ-STYCZYŃSKA

Institut National d'Hygiène, Département de Désinfection, Désinsectisation et Dératisation,  
Varsovie, Pologne

Au cours des testes effectués sur *Pediculus humanus humanus* L. soumis à l'action des insecticides chlorés de contact, nous avons observé de temps en temps une certaine divergence de résultats. Cette divergence pouvait être justifiée seulement par le fait de l'emploi des insectes sans ségrégation par égard au sexe.

Busvine et Harrison (1953) ont mentionné dans leur communication, que les mâles des poux de corps étaient plus sensibles au DDT que les femelles.

Yasutomi (1952) a trouvé, que dans les souches de poux de corps sensibles les femelles peuvent tolérer des doses de HCH-gamma à peu près une fois et demi plus élevées que les mâles. En même temps cet auteur n'a pas constaté une différence nette parmi les deux sexes à l'égard de leur sensibilité au DDT-p, p'.

Dans nos études nous avons trouvé une différenciation plus accentuée.

## Description des épreuves

Nous nous sommes servis de l'HCH, dont la teneur en isomère gamma était 99,9 pour 100, et de l'isomère p,p' du DDT, isolé du produit technique par récrystallisation (le point de fusion 107,5—108° C).

Les petites tranches du papier à filtration découpées en rond étaient imbibées uniformément avec des solutions acétoniques, contenant des dosages différents d'insecticides. Après l'évaporation complète de l'acétone ce papiers étaient étendus dans les demi-boîtes de Petri. Les lots de vingt insectes à l'âge de 19 à 20 jours, au bout de 8 heures du gorgement dernier, étaient exposés aux résidus insecticides. Après 24 heures nous avons déterminé le pourcentage de mortalité dans chaque groupe d'insectes soumis aux doses respectives. Pendant tout le temps d'exposition les insectes étaient maintenus dans un thermostat dans les mêmes conditions de température et d'humidité que pendant l'élevage (30° C et 65—70 pour 100 R. H.). Parallèlement on a exécuté des épreuves à titre de contrôle.

Tableau 1

Pourcentages de mortalité de *Pediculus humanus humanus* L. au bout de 24 heures d'exposition aux résidus du DDT-p,p' (moyens de 9 répétitions, 20 insectes à chacune)

Sexe	Residu mcg/100 cm <sup>2</sup>							Contrôle
	29,8	47,7	76,3	122,1	195,3	312,5	500	
♀	—	17,8	20,6	41,1	73,9	82,8	87,8	0
♂	11,7	21,1	41,1	62,8	84,4	—	—	0

Tableau 2

Pourcentages de mortalité de *Pediculus humanus humanus* L. au bout de 24 heures d'exposition aux résidus de l'HCH-gamma (moyens de 4 à 8 répétitions, 20 insectes à chacune)

Sexe	Residu mcg/100 cm <sup>2</sup>										Contrôle
	2,5	5	10	20	40	80	160	320	640	1280	
♀	—	22,5 (4)	27,5 (4)	38,0 (5)	61,4 (7)	65,0 (6)	76,7 (6)	86,0 (5)	94,0 (5)	100 (4)	0
♂	10,0 (6)	25,0 (8)	51,3 (8)	83,7 (8)	95,0 (8)	100 (7)	—	—	—	—	0

Chiffres en paranthèses indiquent le nombre de répétitions exécutées.

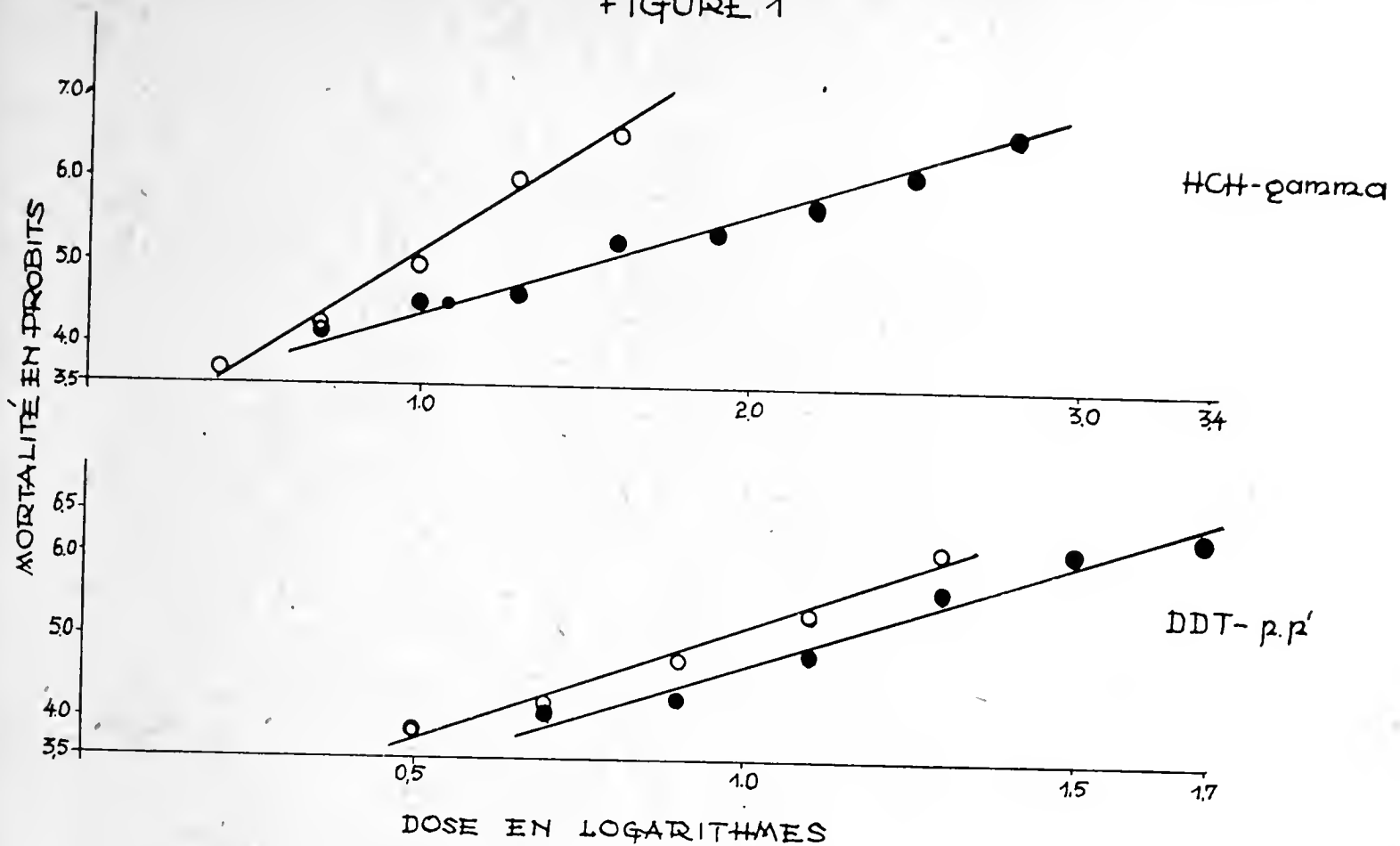
Tableau 3

Résultats obtenus par le traitement statistique

Insecticide	Sexe	Pente de la droite	LD <sub>50</sub> mcg/100 cm <sup>2</sup>	Erreur standard de la LD <sub>50</sub>	Limites de confiance à 0,05 de la LD <sub>50</sub>
DDT-p,p'	♀	2,355	129,74	5,59	118,79 — 140,70
	♂	2,662	90,53	3,64	83,39 — 97,67
HCH-gamma	♀	1,204	32,71	2,97	26,89 — 37,53
	♂	2,593	8,92	0,43	8,08 — 9,76



FIGURE 1



LES DROITES DE RÉGRESSION "DOSE-MORTALITÉ"  
DE *PEDICULUS HUMANUS HUMANUS* L.

● - FEMELLES, ○ - MÂLES

### Résultats

Les résultats de nos essais plusieurs fois répétés sont présentés dans les tableaux, démontrant la corrélation entre les pourcentages moyens de mortalité des poux de deux sexes et les quantités de l'insecticide par 100 cm<sup>2</sup> de surface. Le tableau 1 donne les résultats pour DDT-p,p' et le tableau 2 pour l'HCH-gamma.

Nous avons calculé les équations de régression, en transformant les pourcentages de mortalité en probits, et en utilisant des logarithmes des doses d'après le procédé de Finney, cité par Swaroop (1957). Le tableau 3 et la figure 1 rendent compte des résultats obtenus par le traitement statistique. Les graphiques indiquent, que les données de mortalité observées correspondent aux droites « dose — réponse » dans les limites des erreurs expérimentales admissibles.

### Discussion

Les pentes de deux droites « dose — mortalité » au DDT-p,p' sont très rapprochées et ne montrent pas une déviation significative. La différence entre les deux LD<sub>50</sub>-s n'est pas trop grande; d'après le rapport de ces deux grandeurs on voit, que les femelles tolèrent 1,43 fois plus de DDT que les mâles, ce qui s'explique probablement par les différences de la taille et du poids de corps des individus du sexe différent. Tout au contraire quant à l'HCH-gamma. La sensibilité des mâles dans ce cas est bien plus marquée que la sensibilité des femelles: leur LD<sub>50</sub>-s égalent à 8,92 mcg et 32,71 mcg par 100 cm<sup>2</sup> respectivement, et leur rapport s'exprime par le chiffre 3,67. De plus les droites de régression pour l'HCH ne sont pas parallèles; la droite des mâles remonte

bien plus abruptement, en démontrant que la dispersion de sensibilité individuelle à l'HCH est faible parmi eux. Quant aux femelles, on peut présumer de grandes différences individuelles, dues probablement à leur rôle physiologique, ce qu'on peut apercevoir dans la pente de leur droite, qui ne s'incline pas considérablement.

### BIBLIOGRAPHIE

BUSVINE, J. R., HARRISON, C. M., 1953: Tests for Insecticide Resistance in Lice, Mosquitos and House-Flies. Bull. ent. Res. 44, 729—738. — SWAROOP, S., 1957: Statistical Methodology in Malaria Work. WHO (Mal) 174 Rev. 1. — YASUTOMI, K., 1952: Development of Resistance of Human Body Louse to DDT and BHC. «Botyu-Kagaku» 17, 41—44.

## LA RÉSISTANCE D'UNE SOUCHE DE POUX AU DDT, OBTENUE AU LABORATOIRE

JAKOV GAON, ANDRIJA DARVAŠ, GOJKO AGRAMOVIĆ

Institut Central d'Hygiène de la République Populaire de Bosnie et Herzégovine et Faculté de Médecine à Sarajevo. Institut d'épidémiologie

Depuis le début de 1956 jusqu'à aujourd'hui, sur l'initiative de l'Organisation mondiale de la santé, nous poursuivons des recherches sur la résistance des poux de corps à de faibles concentrations de DDT, de BHC et de pyrethrum dans la République Populaire de Bosnie et d'Herzégovine.

Les résultats de ces travaux jusqu'à aujourd'hui, parlent en faveur d'une diminution probable de sensibilité à 0,1—0,5 % de DDT (3). Pour le travail épidémiologique sur le terrain, dans la lutte contre le typhus exanthématique, il est très important de pouvoir obtenir la résistance d'une souche de poux à de plus fortes concentrations de DDT, particulièrement à 5,0 % et 10,0 % de concentration, qui s'emploient ordinairement comme insecticides.

Kazuo Yasutomi (1), dès la troisième génération d'exposition des poux, et de sélection des individus résistants, a obtenu une souche, qui est sensiblement plus résistante au DDT que la génération initiale, et Kitaoka (2), après la septième génération, a obtenu une importante augmentation de la résistance des poux, qui avaient été soumis à l'action du DDT. Eddy (2) après des élevages de poux au cours de 25 générations sur des toiles imprégnées d'une solution de 0,001 % de DDT, a obtenu une souche 40 fois plus résistante au DDT que les générations initiales.

Dans ce travail, en soumettant à l'action du DDT quelques générations de poux ramassés sur le terrain, puis élevés au laboratoire, nous avons désiré voir, au cours de combien de génération et jusqu'à quelle concentration de DDT on peut obtenir une souche résistante.

**Méthode de travail.** Les poux ramassés sur les écoliers, le 26. IX. 1956, dans les villages de l'arrondissement de Doboj, depuis lors ont été élevés au laboratoire, sous le nom de souche «Doboj». Les poux sont nourris une fois par jour, sur l'homme nourricier pendant trois heures, dans une boîte «BUXTON», et le reste du temps, ils sont tenus à la température de 29°C et dans une humidité relative de 75 %—80 %. Seulement le dimanche les poux ne sont pas nourris et sont gardés à la température de la chambre.

De plus, pour obtenir des poux résistants, des tests ont été faits avec la souche que nous avons reçue grâce à la bonté du professeur Dr. Weyer, de l'Institut pour les maladies tropicales — Hambourg 1951 — et qui depuis lors est élevée dans notre laboratoire, sous le nom de souche «Hambourg».

Le test sur les poux est exécuté sur un morceau de toile de coton (la surface de la partie de toile sanpoudrée est de 78 cm<sup>2</sup>) tendue sur une planchette et recouverte d'un couvercle de boîte de Pétri. La quantité des différentes concentrations de DDT a toujours été de 0,5 gr. On emploie de 60 à 440 poux pour chaque test. Parallèlement à chaque test, on contrôle la mortalité naturelle de la même souche, de la même génération de poux, sur une toile propre sans DDT.

Nous avons reçu certaines concentrations en petits paquets originaux de l'Organisation Mondiale de la Santé. Les autres concentrations sont préparées en mélangeant les quantités correspondantes de DDT technique (PP' isomère 76,8 %) avec du talc<sup>1</sup>.

La sélection est faite de la façon suivante: les poux adultes et rassasiés, après la première ponte, en nombre à peu près égal de mâles et de femelles, sont exposés à de faibles concentrations de DDT, à partir de 0,1 % et pendant une durée de 24 heures à la température de 25°C et à une humidité relative de 75 % à 80 %. Les poux survivant à l'exposition à une concentration déterminée de DDT sont nourris, et de leurs œufs est obtenue une nouvelle génération de poux. Dans le cas où celle-ci n'était pas assez nombreuse, nous ne l'avons pas employée pour des tests, mais nous avons attendu d'en obtenir une nouvelle génération, que nous avons exposée à la même concentration de DDT, employée pour l'exposition précédente ou à la concentration suivante un peu plus forte. Si la génération était nombreuse, nous avons toujours essayé de faire des tests avec une plus forte concentration de DDT. Quand un plus grand nombre de poux était tué, nous avons de nouveau utilisé la même concentration pour la génération suivante.

Les tests séparés sur mâles et sur femelles n'ont pas été pratiqués. Pour l'interprétation des résultats obtenus, les poux sont divisés d'après le standard de l'Organisation Mondiale de la santé, en poux vivants — normaux (N), vivants — paralysés (A) et morts (D). Pour que le critérium de ce classement soit plus rigoureux, après une exposition de 24 heures, on ne marque que le nombre de poux morts. Les poux normaux et les poux paralysés sont nourris les 24 heures suivantes, sans présence de DDT, et les poux qui, après ce temps, on survécu, sont inscrits dans la catégorie des poux normaux, et ceux qui sont morts, dans la catégorie des paralysés.

Dans les tests exécutés dans le but de calculer  $CL_{90}$  et  $CL_{50}$ , les résultats sont contrôlés après 24 heures d'exposition des poux à différentes concentrations de DDT. Les résultats obtenus, ont été répartis en deux catégories: l'une — pour les poux morts; l'autre — pour tous les poux survivants (normaux et paralysés).

**Résultats et Discussion.** Les poux sont ramassés dans le rayon de l'arrondissement de Doboj, et leur sensibilité au DDT est examinée d'après la méthode standard de l'Organisation Mondiale de sa santé. Comme on peut le voir<sup>2</sup> sur le tableau I, le nombre de poux normaux, à 0,1 % de DDT, a atteint 13,33 %, ce qui correspond approximativement aux résultats obtenus dans un grand nombre de localités de Bosnie et Herzégovine (3).

$CL_{50}$  pour<sup>3</sup> ces poux ramassés sur le terrain a été de 0,5 gr 0,025 % de DDT 78 cm<sup>2</sup> exprimé en substance de DDT technique  $CL_{50} = 125 \gamma$  78 cm<sup>2</sup>.  $CL_{90}$  a été de 0,5 gr 0,12 % de DDT 78 cm<sup>2</sup> exprimé en substance de DDT technique  $CL_{90} = 600 \gamma$  78 cm<sup>2</sup>.

Déjà dans la cinquième génération de ces poux sus lesquels n'avait été faite préalablement qu'une sélection, le nombre de poux normaux s'est élevé, lors du test à 0,1 % de DDT, à 32,0 %, et dans la génération suivante, c'est-à-dire après le deuxième sélection, à 83,33 %. Dans la septième génération, lors du test à 0,5 % de DDT, le pourcentage de poux normaux a atteint 55,38 %. Dans les générations ultérieures (G-VIII—G-XIII)<sup>4</sup> des individus résistants ont été obtenus à 1,0 % de DDT. Pour ces six générations la sélection a été faite trois fois. Dans les générations suivantes (G-XIII—G-XVII) se forment constamment des individus résistants à des concentrations de DDT de plus en plus fortes. Dans la dix-septième génération, composée de 220 poux ayant survécu à l'exposition à 3,0 % de DDT, 180 d'entre eux ont été exposés à 5,0 % de DDT, dont 62 individus (34,44 %) sont restés normaux. De même, dans les

<sup>1</sup> Les concentrations de poudre de DDT ont été préparées par Mr. Ph. Dragica Leković, et nous lui adressons ici nos remerciements les plus cordiaux.

<sup>2</sup> Pour la clarté du tableau, ici, seuls sont présentés les tests ayant amené à la sélection d'individus résistants.

<sup>3</sup>  $CL_{50}$  et  $CL_{90}$  ont été calculées par le Dr. Evgenije Šerstnev. Nous le remercions ici chaleureusement.

<sup>4</sup> Par «G» sont indiquées les générations de poux, et en chiffres romains, le nombre de générations.

LA FACON DE SÉLECTION DE LA SOUCHE RÉSISTANTE " DOBOJ "

TABEAU U84

LA DATE	L'AGE- NÉRATION	0,1% DDT		0,5% DDT		1,0% DDT		1,5% DDT		2,0% DDT		3,0% DDT		5,0% DDT		7,0% DDT		10,0% DDT		15,0% DDT		18,0% DDT		20,0 DDT	
		RÉSULTAT	DE POUX	RÉSULTAT	DE POUX	RÉSULTAT	DE POUX	RÉSULTAT	DE POUX	RÉSULTAT	DE POUX	RÉSULTAT	DE POUX	RÉSULTAT	DE POUX	RÉSULTAT	DE POUX	RÉSULTAT	DE POUX	RÉSULTAT	DE POUX	RÉSULTAT	DE POUX	RÉSULTAT	DE POUX
26 II 1956	L'ESSAI INITIAL	60	1933 2500 6467	60	1 5 54 90,00	60	2 333 94,67																		
LES ESSAIS NE SONT PAS PRATIQUÉS																									
4 IV 1957	G-V	100	92 30 36 3200 30,00 30,00																						
28 V 1957	G-VI	90	75 45 - 8333 36,37																						
27 VI 1957	G-VII			130	72 9 43 5530 6,92 37,69																				
29 VII 1957	G-VIII					170	62 37 3233 34,40																		
LES ESSAIS NE SONT PAS PRATIQUÉS A CAUSE DE PETIT NOMBRE DE POUX																									
4 XI 1957	G-IX-X					270	179 53 30 8430 19,63 14,07																		
SÉLECTION PAR 1,5% DE DDT N'A PAS RÉUSSIE																									
25 I 1958	G-XIII					170	77 27 66 4630 19,88 33,92																		
4 III 1958	G-XIV					240	150 13 19 6983 17,92 16,35																		
10 IV 1958	G-XV					260	108 58 36 4456 24,56 36,92																		
20 V 1958	G-XVI																								
25 VI 1958	G-XVII																								
30 VI 1958	G-XVIII SURVECUS																								
LES ESSAIS NE SONT PAS PRATIQUÉS A CAUSE DE PETIT NOMBRE DE POUX																									
4 IX 1958	G-XIX																								
15 X 1958	G-XX																								
SÉLECTION PAR 7,0% DE DDT N'A PAS RÉUSSIE																									
LES ESSAIS NE SONT PAS PRATIQUÉS A CAUSE DE PETIT NOMBRE DE POUX																									
12 II 1959	G-XXII																								
18 II 1959	G-XXIII SURVECUS																								
1 IV 1959	G-XXIV																								
SÉLECTION PAR 12% DE DDT N'A PAS RÉUSSIE																									
SÉLECTION PAR 12% DE DDT N'A PAS RÉUSSIE																									
LES ESSAIS NE SONT PAS PRATIQUÉS A CAUSE DE PETIT NOMBRE DE POUX																									
22 VII 1959	G-XXVII																								
29 IX 1959	G-XXIX																								
10 XI 1959	G-XXX																								

CL 50 INITIAL = 0,5 gr. 0,025% DE DDT / 78 cm<sup>2</sup>

CL 50 CHEZ LA DERNIÈRE GÉNÉRATION = 0,5 gr. 32% DE DDT / 78 cm<sup>2</sup>

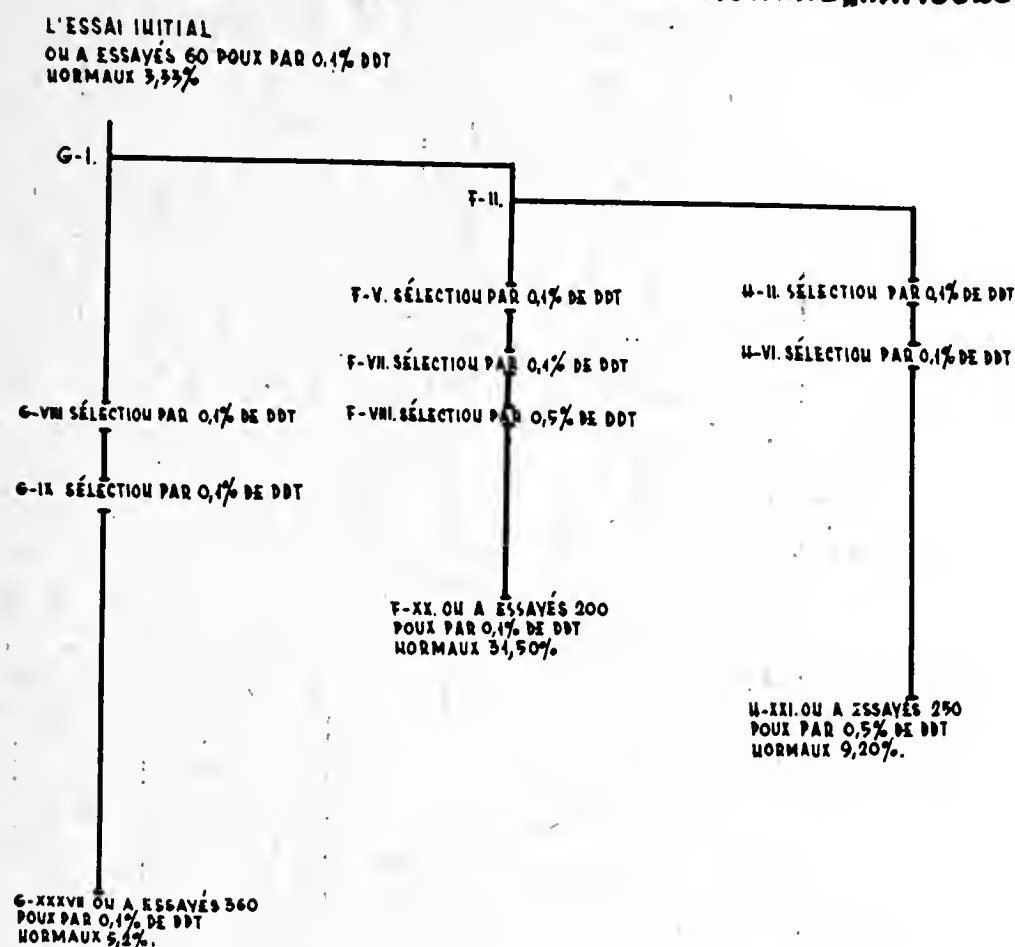
MANIFESTÉE DAUS UNE SUBSTANCE DE DDT TECHNIQUE CL 50 = 125 g / 78 cm<sup>2</sup>

MANIFESTÉE DAUS UNE SUBSTANCE DE DDT TECHNIQUE CL 50 = 0,16 g / 78



## SCHEMA N° 1

### LES ESSAIS DE RÉUSSIR UNE SOUCHE RÉSISTANTE „HAMBURG“



tests faits jusqu'à présent, si un plus grand nombre de poux a survécu, ces mêmes poux ont été exposés aux plus fortes concentrations suivantes de DDT, mais, c'est un petit nombre d'individus qui a survécu, et qui sont incapables pour une reproduction sensible et la continuation de la souche. Dans les essais ultérieurs de sélection à de plus grandes concentrations de DDT, la sélection n'a réussi que dans la G-XXIII à 7,00% de DDT, après avoir été préalablement faite trois fois à 5,00% de DDT. Les poux survivants de la G-XXIII après le test à 7,00% de DDT, ont fait de nouveau l'objet d'un test, mais cette fois, à 10,00% de DDT. Alors, de 180 poux exposés, 75,00% sont restés normaux. Dans les tests ultérieurs sur les générations, la résistance a augmenté constamment à de plus grandes concentrations de DDT, jusqu'à la dernière et trentième génération, dans laquelle sur 330 poux 54,24% sont restés normaux, après l'exposition à 20,00% de DDT.  $CL_{50}$  pour cette génération a été de 0,5 gr 32% de DDT 78 cm<sup>2</sup> (exprimé en substance de DDT technique  $CL_{50} = 0,16$  gr 78 cm<sup>2</sup>).  $CL_{90}$  a été de 0,5 gr 44% de DDT 78 cm<sup>2</sup> (exprimé en substance de DDT technique,  $CL_{90} = 0,22$  gr 78 cm<sup>2</sup>). Il en résulte clairement qu'au cours des sélections mentionnées sur 30 générations successives,  $CL_{50}$  a augmenté de 1280 fois, et  $CL_{90}$  de 366 fois.

Il n'est pas tout à fait clair pourquoi dans le cas de certaines générations la résistance n'augmente pas, ou n'augmente que lentement. Il se peut que la sélection faite au cours de plusieurs générations de poux, à la même concentrations de DDT, permette d'obtenir des poux résistants à la concentration suivante qui est plus forte. C'est le cas, présenté sur le tableau I dans G-V—G-VI, ensuite G-VIII—G-XIII et enfin G-XVII—G-XX.

Jusqu'à la vingtième génération, la résistance a augmenté progressivement. Dans cette période ont été exécutées 14 sélection et il a été obtenu des individus résistants à 5,00% de DDT, en se rapprochant progressivement de cette concentration. Dans les dix générations suivantes, 6 sélections ont été exécutées avec de rapides augmentations de concentration de DDT, si bien qu'on a obtenu au dernier test (G-XXX) plus de 50% d'individus normaux à 20,00% de DDT.

Au cours du travail avec cette souche, 48 tests sur 8165 poux ont été, en tout, effectués. La sélection a réussi seulement dans vingt tests sur 4820 poux, tandis que les autres 28 tests n'ont pas donné de résultats.

À la différence de la souche de « Doboj », les tests faits pour obtenir de la même manière une souche résistante avec les poux de la souche de laboratoire « Hambourg », n'ont pas réussi. De juillet 1956 à décembre 1959, ont été élevées 37 générations (schema N° 1) de la branche fondamentale (branche « G ») de cette souche. Seulement dans les huitième et neuvième générations, la sélection a réussi, et cela à 0,1% de DDT. De la première génération de ces poux, une partie a été nourrie séparément jusqu'à la vingtième génération (branche « F »). Cette branche exposée au DDT a donné deux sélections réussies à 0,1% de DDT (F-V et F-VII) et une sélection réussie à 0,5% de DDT (F-VIII). De la deuxième génération de cette branche (F-II), de nouveau a été séparé un groupe particulier (branche « H ») qui a été élevé jusqu'à la vingt-et-unième génération. La sélection n'a réussi en tout que deux fois à 0,1% de DDT (H-II et H-VI).

Après ces tests sans succès de sélection des individus résistants de la souche « Hambourg », toutes les expériences dans ce sens ont été interrompues. Pour ces expériences dans les trois branches, 74 tests ont été exécutés sur 12.600 poux.

Il est évident, que, en comparaison avec la souche « Doboj », la résistance de la souche « Hambourg » n'a été obtenue ni à un degré approchant, bien que le nombre de générations obtenues soit élevé. Peut-être que la cause de cet insuccès, réside dans le fait qu'il s'agit d'une part, d'une souche de laboratoire qui n'a jamais été mise antérieurement en contact avec le DDT, et d'autre part d'une souche de poux ramassés sur le terrain, dont les générations antérieures y ont été traitées au DDT, et peut-être, que déjà avant, une sélection d'individus résistants s'est opérée.

Le contrôle de la mortalité naturelle a été fait parallèlement à chaque test aussi bien pour la souche « Doboj » que pour la souche « Hambourg ». La mortalité naturelle a varié dans les tests de 0% à 4%.

#### LITERATURE

1. BROWN, A. W. A., TAKEI, S., NAGASAWA, S.: Japanese Contributions to the study of the insecticide-resistance problem. 1957 — World Health Organisation. — 2. BROWN, A. W. A.: Insecticide Resistance in arthropods. 1958 — Geneva — World Health Organisation. — 3. GAON, J., DARVAŠ, A., ŠERSTNEV, E., AGRAMOVIĆ, G.: Rezultati ispitivanja osetljivosti telesnih ušiju na DDT i druge insekticide u NR BiH. 1959 — Sarajevo — Naučno društvo NR BiH, radovi XII, Knj. 6.

## NATURAL CONTROL OF MEDICALLY IMPORTANT INSECTS

DALE W. JENKINS, USA

Manuskript nicht eingelangt.

#### ABSTRACT

A comprehensive literature review of the parasites and predators of mosquitoes, houseflies, blackflies, midges, tsetse flies, ticks, roaches, bugs, and lice has been completed with 1200 references. Several promising parasites and a few predators have been selected which deserve additional research. New observations on bacterial, protozoan and mermithid parasites of mosquitoes are presented. A "Conference on Biological Control of Insects of Medical Importance" was held in Washington, D. C. on 3—4 February 1960 with invited specialists from the United States and Canada. The conclusions and recommendations of this conference are discussed.

# THE FAUNA AND THE SPREAD OF THE TRANSMITTERS OF SOME TRANSMISSIVE DISEASE OF MAN IN ARMENIA

A. I. TCHUBKOVA

Institute of Epidemiology and Hygiene of the Ministry of Health, Armenian SSR

Manuskript nicht eingelangt.

## ABSTRACT

1. The inhabited regions of Armenia are located of altitudes from 500 up to 3850 metres above the sea level in a zone including a landscape from semi-desert to alpine meadows.

The main mass of transmitters in the inhabited points consists of sinantrop forms. Some representatives of the natural complexes reconcile with the constructions of their fundamental living places and find there favourable conditions for existence.

2. In the fauna of Armenia some 22 species of bloodsucking mosquitoes, 12 species of sandflies and more than 40 species of ticks are known, among which the transmitters of malaria, sandfly fever, cutaneous and visceral leishmaniasis, tick-borne relapsing fever, tick rickettsial and other diseases. Some of these species are adapted to some definite landscape, while others present polyzonal forms.

3. The largest variety of fauna is observed in the Ararat Valley which is distinguished by a diversity of breeding places. The characteristic biological feature of the main species here is the summer depression of their number, conditioned by a sharp rise of temperature and fall of relative humidity in the atmosphere.

The characteristic feature for the dry subtropical regions is the existence of a very continued period of diptera transmitters in the air, and correspondingly a very long period of transmitting infections.

In premountainous regions species preponder which are adapted to the conditions of altered relief and long thermic contrasts.

4. In the forest steppe of Zanguezur, Axtava and the woods of Lori-Pambak species are found which need long season, warm and humid climate, specific breeding places connected with the wood. For some of them it is typical a two-peaked curve of seasonal changes in number with a spring-summer lingering because of an insufficiency of warmth during spring and at the onset of summer.

5. In the landscape of Shirak steppes and the meadow-steppe of the Sevan hollow, along with a rich fauna of ticks, a scantiness is observed in the fauna of mosquitoes and sandflies, and often a complete absence of the latter. The seasonal course in the number of separate species of transmitters is manifested here by a curve which is peculiar to the northern borders of their zone of spreading.

## LES PROBLÈMES D'ENTOMOLOGIE MÉDICALE EN POLOGNE EN 1950 — 1960

JADWIGA LACHMAJER

L'Institut de Médecine Maritime, Gdańsk

Parmi de nombreuses recherches entomologiques faites en Pologne, les travaux qui comprennent les Arthropodes méfiant à la santé de l'homme occupent une place éminente. Dans plusieurs cas ces travaux nous ont permis de résoudre quelques problèmes d'épidémiologie de telles maladies comme: paludisme, tularémie, encéphalite à tique, le typhus épidémique à poux et autres, dont on rencontre les foyers dans les différentes régions du pays.

La grande guerre finie, comme tâche primordiale apparut la nécessité des investigations sur les vecteurs du paludisme comme celui-ci dans ce temps-là se manifestait dans quelques régions de la Pologne. Les cas les plus fréquents avaient lieu surtout sur la côte de la mer Baltique,

à Varsovie et dans d'autres centres. Sur les terrains de recherches on a trouvé 3 espèces: *Anopheles bifurcatus*, *Anopheles plumbeus* et *Anopheles maculipennis*. Cette dernière espèce domine en Pologne et se présente sous la forme de trois écotypes. On rencontre le plus souvent l'écotype *messeae*, le plus rare est *typicus*. Dans les régions situées sur la mer ca. 30 % de tous les Anophèles constitue *Anopheles maculipennis atroparvus*.

En particulier on a fait des recherches au bord de la mer, des recherches qui concernaient d'évolution, l'hibernation des femelles et leur nourriture. Les changements saisonniers de l'âge physiologique des populations on étaient reconnus sur la base du mesurage des ampoules des paires oviductes de femelles. On a constaté que durant la période de multiplication trois générations apparaissent sur la Côte maritime (Lachmajer, 1950; 1951). On a également remarqué, que la plupart de femelles âgées, qui plusieurs fois ont pris le repas sanguin, apparaissent au mois de Juillet, ce qui fait preuve qu'elles sont le plus dangereuses pour les hommes. Lachmajer (1951) a constaté, que *Anopheles maculipennis atroparvus* hiberne en fréquence dans les habitations humaines, mais parmi les femelles qui hibernent ce sont en majorité les jeunes, qui n'ont jamais ingéré le sang. Cette espèce persiste aussi dans les gîtes bien froids ce qui facilite aux plusieurs de passer l'hibernation.

Les *Culicines* (*Culex*, *Aedes*) sont abondants dans certaines régions et constituent une véritable calamité. Les travaux faunistiques, écologiques et de distribution géographiques de ce groupe des moustiques, qui se développent progressivement ont permis de connaître la composition qualitative de la faune des moustiques de notre pays. Jusqu'à présent on en connaît 28 espèces. (Tarwid, Lachmajer, Skierska, Łukasiak.) Dans nos grands massifs forestiers, comme Puszcza Białowieska et autres, on a fait des études saisonnières et celles de vingt-quatre heures pour observer l'échange d'activité de moustiques. Sur les terrains de Puszcza Kampinowska et aux environs de Gdansk on a analysé les changes qui se sont produits durant des années dans les ensembles des moustiques. (Tarwid et collab., 1954; Skierska, 1960.)

En relation avec les tendances, qui visent destruction des formes larvaires, on a examiné les conditions d'évolution dans leurs gîtes. Chodorowski (1958) a constaté l'accélération du développement des larves dans les gîtes éphémériques; il a aussi confirmé que l'accumulation de population active l'évolution et diminue leur survie. Pareillement il a trouvé que dans ces gîtes ont lieu les phases successives de la domination, qui diffèrent de celles dans les réservoirs permanents.

La destruction des larves on organise chez nous par le drainage de terrains marécageux, par la régularisation des berges des cours d'eau, par l'enlèvement des gîtes larvaires et en fin par l'usage d'insecticides. On appliquait ces dernières dans les régions où la diminution de nombre des moustiques n'a pas donné des résultats par les procédés agronomiques habituels.

On attribue aux *Culicidés* une grande importance. Jusqu'à présent on n'a pas réussi à justifier leur part en circulation du virus de la tularémie dans la nature, mais il est à souligner qu'on a réussi à isoler les souches de virus d'encéphalite à tique de moustique genre *Anopheles* et *Aedes* (Przesmycki et collab. 1958; Lachmajer et collab. 1958).

La tularémie et l'encéphalite se manifestent dans les précises saisons en certains centres de notre pays. Puisque ces zoonoses sont bien dangereuses à la santé de l'homme, dans la dernière dizaine d'années on a initié les recherches complexes qui visent trouver leurs agents pathogènes dans les composants de la biocénose. Dans les cadres des missions scientifiques organisées par le Ministère de la Santé nos entomologistes ensemble avec les microbiologistes et épidémiologistes ont fait des recherches particulières qui ont permis d'analyser le rôle d'autres Arthropodes hématophages qui vivent dans des foyers de ces maladies. Une particulière attention était attirée sur la capture de petits mammifères sauvages et de ceux qui vivent au contact de l'homme et des quels on a recolté les ectoparasites comme Aphaniptères, Anoploures et Acariens.



La faune d'Aphaniptères en Pologne est relativement bien connue. Jusqu'à présent on a discerné 55 espèces de puces provenant de différentes contrées du pays. On y a trouvé plusieurs espèces neuves, jusqu'ici inconnues chez nous (Skuratowicz, 1954, 1957; Lachmajer et collab. 1957, 1959). Particulièrement les puces de menus mammifères insectivores et de rongeurs ainsi que le passage de puces sur les nouveaux hôtes ont été soumis à une investigation. Dans un des centres on a trouvé sur les menus mammifères les puces spontanément infectées par le virus d'encéphalite à tique (Białowieża). D'après les expériences passées dans le laboratoire, le virus reste dans la puce uniquement deux jours après le repas infectant (Wegner).

On a aussi travaillé la faune des Aphaniptères, qui parasitent sur les rats dans les ports. C'est ici que le vecteur de la peste *Xenopsylla cheopis* a été découvert. Ces examens sont d'une importance particulière, surtout dans les centres où on mène un échange commercial avec plusieurs pays de l'Asie, de l'Afrique et de l'Amérique. Pareillement on a travaillé le rôle d'Anoploures dans la circulation des agents de zoonoses dans la nature, surtout des poux des certains animaux domestiques et sauvages (Wegner, 1957; 1959).

La faune d'Anoploures de menus mammifères trouvée dans les foyers naturels de tularémie, d'encéphalite à tique et de leptospirose, ainsi que les poux de rats trouvés sur des bateaux et dans les ports, ont été particulièrement étudiés (Wegner, 1958).

En tout on a trouvé en Pologne 20 espèces et sous-espèces des poux qui vivent sur les animaux et sur l'homme. On a trouvé une espèce recente d'un pou, qui vit sur le *Citellus suslica*, nommé *Neohaematopinus schizodactylus*, ainsi qu'une nouvelle sous-espèce *Solenopotes capillatus dubius* (Gerwel, 1953). Tout récemment on a enrichi la systématique d'une espèce de genre *Hoplopleura*, qui vit sur *Mus musculus*.

Les études d'embriologie, de pathologie et d'élevage de *Pediculus humanus corporis* tiennent une sérieuse position dans notre littérature. Piotrowski (1953) a fait des examens sur l'évolution d'embryon du pou. On a constaté que le nourrissement de *Pediculus humanus corporis* sur les cobayes est impossible, car l'hémoglobine de ces animaux cristallise vite et ce cristaux trigones blessent l'intestin du pou (Kryński et collab. 1952). On a établi, que les poux étant fortement susceptibles peuvent servir aux recherches sur la toxicité de remèdes chimiothérapeutiques (test Weigl). Les poux ont servi aux études sur la toxicité d'un nouveau antibiotique notamment tetaïne. On a trouvé, que *Proteus vulgaris* vit extracellulaire d'intestin du pou et sa toxine cause la destruction d'épithélium. (Kryński et collab. 1959.) Herzig-Weigl et collab. 1959 ont affirmé, que *Rickettsia provazeki* se multiplie dans l'intestin du pou déjà à la température de 18° C, mais le cours de son développement est plus lent que dans la température de 32° C. On a aussi trouvé que la toxine de *Rickettsia provazeki* agit sur le pou, mais la plus forte réaction se manifeste à l'emploi de grandes concentrations dans la température ca. 20° C et 32° C.

À part de ces groupes on a consacré l'attention aux études d'autres insectes. Sur les terrains du palatinat de Lublin on a passé des études sur la localisation et la fréquence de différentes espèces de la famille Simuliidès, qui font de grands dégâts dans nos fermes et qui sont dangereuses à la santé de l'homme (Zwolski, 1958). On a trouvé en tout en Pologne 24 espèces et quelques sous-espèces. Ces essais étaient d'un caractère sporadique.

La question de l'importance des mouches méfaites à la santé des hommes reste chez nous toujours actuelle. Piątkowska et collab. (1954) et Jezioranska (1954) ont analysé la composition ainsi que les oscillations qualitatives et quantitatives saisonnières des mouches qui vivent en proximité de l'homme. Les auteurs ont démontré l'influence

de ces insectes sur la marche des maladies infectieuses du conduit alimentaire comme typhus, diarrhée, dysentérie et autres.

En relation avec les examens sur les ectoparasites des menus mammifères, qui provenaient de foyers naturels de la tularémie et de l'encéphalite à tique on a étudié aussi de menus Acariens. Dans les cadres des investigations complexes, la faune et l'écologie de ce groupe ont été travaillées. Kozłowski a analysé le rôle épidémiologique de quelques représentants de genre *Laelaps* en se basant sur la construction de leurs pièces buccales et il a motivé la provenance et la fonction de soie bifurquée chez Gamasides (1958).

Depuis 1950 on a analysé attentivement les tiques de la famille Ixodidés, dont l'importance pour la santé des habitants de notre pays devenait de plus en plus visible.

Jusqu'à présent on connaît en Pologne 9 espèces des tiques. Les forêts feuillées et mixtes s'adaptent parfaitement aux conditions exigées par la tique *Ixodes ricinus* celle-ci se laisse rencontrer le plus souvent en Pologne. Pareillement *Ixodes trianguliceps* qui vit sur les menus mammifères forestiers est aussi fréquent. Outre les sauvages mammifères grands et petits, une grande importance pour la multiplication d'*Ixodes ricinus* ont les grands troupeaux du bétail, qui sejourneront sur le pâturage formant une concentration des hôtes. Les récoltes *Ixodes ricinus* qui provenaient de la végétation, de menus mammifères forestiers et du bétail ont servi à la connaissance de l'activité saisonnière de cette tique (Skrodzki et collab. 1954; Lachmajer et collab. 1953; 1959).

Dans le palatinat de Szczecin on a réussi à isoler les souches de la tularémie de *Ixodes ricinus* récoltées sur le bétail et sur les herbes dans les centres, où on avait trouvé les animaux et les habitants infectés par *Bacterium tularensis*.

Ailleurs en Pologne (Silésie, Palatinat de Gdańsk, de Szczecin et Białowieża) les essais ont été faits sur milliers des tiques. Ces essais en résultat ont permis de trouver plusieurs souches de virus, qui ont été isolées de nymphes et de forme adulte récoltées sur le bétail et les végétaux. Ces nombreuses souches ont été examinées sous quelques aspects et enregistrées au groupe de virus d'encéphalite à tique (Przesmycki et collab. 1958; 1954). Durant ces missions on a constaté la coïncidence de l'activité de tiques avec l'apparition de cette maladie (Lachmajer et collab. 1958).

La transmission héréditaire du ce virus a été établie par la nutrition sur les souris de larves *Ixodes ricinus* reçues des œufs pondus par les femelles qui provenaient du terrain examiné (Lachmajer et collab. 1957). Les données reçues des recherches entomologiques et microbiologiques ont prouvé que le principal réservoir et en même temps le vecteur de maladie ci nommée est la tique *Ixodes ricinus*.

Actuellement on expérimente chez nous au sujet de la réceptivité d'autres tiques et insectes de notre faune à virus d'encéphalite à tique. Nous examinons pareillement la période de persistance de germes dans les organismes des vecteurs.

## DISCUSSION

D. W. JENKINS: En quel espèces de *Culicidae* avez vous isolés le virus d'encéphalite à tique?

J. LACHMAJER: Nous avons trouvé les souches de virus chez *Aedes* (*annulipes*, *cantans*, *cinereus*) et chez *Anopheles maculipennis*!

# PROPOSED TERMS AND DEFINITIONS IN MEDICAL ENTOMOLOGY

DALE W. JENKINS

Entomology Division, Fort Detrick, Frederick, Maryland, USA

The field of Medical Entomology is broad and encompasses studies by specialists in many scientific disciplines. Independent study by various groups of specialists on each arthropod-borne disease and each type of vector has unfortunately resulted in a variety of unrelated concepts and terminology, even though the basic concepts are fundamentally similar. The most rapid advances in our understanding of the epidemiology of these diseases results from detailed and often specialized laboratory studies, plus exact field investigations. Since different specialists and often different world areas are involved, unrelated terms are frequently used for similar concepts.

The present state of knowledge in medical entomology is rapidly progressing beyond the qualitative discoveries of new disease agents, vectors, or hosts. Quantitative studies and analyses of many important vector-borne diseases are now underway. These require critical analysis of fundamental concepts, careful selection, precise definition, and standardization of terms. In addition, statistical design of experiments, and analysis of significance and variance of field and laboratory data are required.

It is not the objective of this paper to state what terms and definitions should be used, but to point out the urgent need for selection and definition of terms which may be accepted and standardized. Analysis of overall concepts and specialized terms used in different disease-vector systems indicates general concepts common to all systems.

In an attempt to stimulate selection of terms with precise definitions that represent important laboratory and field concepts common to all or most disease-vector systems, some proposed terms and definitions are submitted for consideration and criticism. These terms have been selected from all available terms used by different groups of specialists. They were selected and defined on the basis of a) terms applicable to important concepts, b) precise dictionary meaning, c) useable and useful for most disease-vector systems, d) present usage, e) clarity in expressing concept, and f) translation clearness to other languages. An ultimate objective is to submit revised and accepted terms and definitions for international acceptance and standardization.

In selecting terms for this preliminary list, the specialized terms used for viruses and mosquitoes, plague and fleas, malaria and mosquitoes, rickettsiae and lice and ticks, bacteria and flies, and other disease agents and vectors have been considered. Also the different methods of disease dissemination, vector activities, and environmental conditions have been considered.

It appears to be essential to differentiate between exposed, infected, and infective arthropod vectors in all terms and calculations. Plague and flea workers have used the term potential to designate actual laboratory statistics, based on experimental data. Potential means possible as opposed to actual, or capable of being or becoming. It is suggested that the term potential be used only for concepts involving extrapolation from laboratory determined statistics. The term rate has been used due to common usage, although ratio may be more exactly correct since rate is frequently used as a time derivative of ratio. The term index has been selected as most useable in the field. Index is a ratio or other number derived from a series of observations and used as an indicator or relative measure of a certain condition.

### Proposed Terms & Definitions

1. *Infection threshold* — The minimum range of units of microorganisms required to infect arthropods, which results in a specified number or proportion of them becoming infective. (Modified from Threshold of Infection, Chamberlain, 1953.)
2. *Infection rate* — The percent of arthropods that are infected or exhibit microorganisms at a specific time after suitable exposure to the microorganisms. (Modified from Infection Potential, Wheeler & Douglas, 1941.)
3. *Transmission rate* — The percent of exposed arthropods, given one opportunity individually to infect at a specific time (usually after a suitable incubation period) that produce infection or disease in susceptible hosts. (Modified from Chamberlain, 1953.)
4. *Transmission efficiency* — Relative comparison of transmission rates between various species or strains of arthropods.
5. *Transmission effectiveness* — Number of transmissions of infection or disease per infected arthropod vector when given numerous opportunities to infect susceptible hosts during a specified time period or life of the arthropod. (Modified from Transmission Potential, Wheeler & Douglas, 1941.)
6. *Vector* — An infectible arthropod capable of becoming infective under natural conditions, and which carries and disseminates or transmits disease-causing microorganisms.
7. *Vector dose* — The number of microorganisms introduced by a vector during feeding on a host, or the number disseminated into the host environment during a specific period of time, which produces infection or disease in a susceptible host.
8. *Vector efficiency* — (Infection rate X Transmission effectiveness.) Number of transmissions of infection or disease per exposed arthropod when given numerous opportunities to infect susceptible hosts during a specified time period or life of the vector. (Modified from Wheeler & Douglas, 1941.)
9. *Natural infection index* — Percent of infected arthropod vectors in a natural population, based on observed infection rates in field samples at different times of the year. (Syn. Field infection index, Kartman, 1957; Vector infection index, Reeves, 1955; Salivary gland index, sporozoite rate.)
10. *Arthropod density index* — Number of arthropods per ecological or environmental unit of measure. (Eg. aegypti index—% of houses in a defined area with aegypti breeding places; cheopis index—cheopis/rat or burrow; body lice/person; ticks/animal.) (Syn. Field prevalence index, Kartman, 1957.) (Vector population index, Reeves, 1955.)
11. *Vector-host contact index* — The effective number of vector contacts (bites) with hosts in a specific area during a specified time period.
12. *Vector transmission potential* — (Transmission effectiveness X natural infection index X arthropod density index X vector host contact index.) Potential number of effective transmissions by the infected vectors in a specific area during a specified time period.
13. *Critical arthropod density index* — The population density to which an arthropod must be reduced in order to stop an epidemic (or epizootic).



# OBSERVATIONS ON THE INFLUENCE OF THE VENOM OF *LOXOSCELIS RUFESCENS* (Sicariidae, Araneina) (Dufour 1820) ON WHITE MICE<sup>1</sup>

A. SHULOV, M. ICKOWICZ and H. PENER-SALOMON

Departments of Zoology and Histology, Hebrew University of Jerusalem

The venom of the spiders *Loxoscelis laeta* and *Loxoscelis reclusus* from South America and the Midwest of the U.S.A. was found to have a necrotic effect on the skin of the animals bitten and injected with venom (Atkins *et al.*, 1958).

Preliminary experiments which are reported in the present paper were carried out on a cosmopolitan spider, *Loxoscelis rufescens*, which is common in the Mediterranean, including Israel (Roewer, 1942). According to the best of our knowledge, no studies were carried out on the venom of this species.

It has been found in the scorpion *Leiurus quinquestriatus* that the direct sting results in different symptoms of envenimation in comparison with the injection of the macerated venom glands. The antigenic structure of the scorpion venom in both cases appears to be different (Shulov, 1939).

It has been proved recently by Lebez (1954), that a considerable difference exists between the influence of the extract from the macerated glands and that of the dissolved venom extracted by tampon-method. Moreover, the solution of the fresh venom was found by him to be more toxic than the solution of the dry venom. Therefore it was decided, in order to evaluate the strength of the venom of *Loxoscelis rufescens* to use the direct bite method (Shulov, 1952) instead of expressing it in values of LD<sub>50</sub> by injection of the macerated glands into white mice. Although the application of the direct bites does not allow to evaluate precisely the amount of venom inserted, the method of bites in series allows a fair comparison of the strength of venom with the venom of known strength. Moreover, this method allows very close reproduction of the bites occurring in natural conditions.

*Loxoscelis rufescens* is a small spider of a light brown colour, 8 to 9 mm of length. The adult female spiders of this species used in this experiment were collected in the surroundings of Jerusalem. The experiments were carried out in two age groups of white mice: a) weighing 8 to 14 gr., and b) weighing 18 to 24 gr. The spiders were induced to bite the mice directly into previously shaven parts of its leg. Three to four mice were bitten by the same spider in succession, with very short intervals between the bites. For the sake of comparison experiments were carried out by the same method with the adult female spiders of *Latrodectus XIII guttatus*, which is widely known as poisonous and was also investigated in this country (Shulov & Weissman, 1959). The results of the bites, including the time of death, if occurred, are summarised in Table 1.

It is clearly seen from the above Table that the strength of the venom of *Loxoscelis rufescens* as seen from its influence on white mice, is very similar to that of *Latrodectus XIII guttatus*. In both weight groups the number of the lethal cases decreased with the increase in the weight of mice. All the mice of the first group bitten by *Loxoscelis rufescens* died. The result of bites of *Latrodectus XIII guttatus* in the same group was almost identical. In the second group of mice less deaths occurred as a result of bites from both species of spiders, the rate of mortality, however, was quite similar. It may be concluded also that the amount of venom in the glands of *Loxoscelis rufescens* may suffice to cause death to 4 mice bitten in succession. The

<sup>1</sup> Carried out with the aid of grant E 2960 N. I. H. USA.

Table 1  
Showing the effects of successive bites of *Loxoscelis rufescens* and *Latrodectus XIII guttatus* on white mice

	Serial No. of bite:	<i>Loxoscelis rufescens</i>				<i>Latrodectus XIII guttatus</i>			
		1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th
GROUP A: 8—14 gr.	Number of mice bitten	4	3	2	1	5	4	4	2
	Number of mice died	4	2	2	1	5	3	3	1
	Time of death in hrs. (range)	1 <sup>50</sup> —4 <sup>00</sup>	1 <sup>30</sup> —3 <sup>15</sup>	1 <sup>35</sup> —9 <sup>00</sup>	4 <sup>00</sup>	0 <sup>06</sup> —48 <sup>00</sup>	4 <sup>00</sup> —48 <sup>00</sup>	5 <sup>00</sup> —48 <sup>00</sup>	48 <sup>00</sup>
	Time of death in hrs. (average)	3 <sup>27</sup>	2 <sup>22</sup>	5 <sup>17</sup>	4 <sup>00</sup>	10 <sup>15</sup>	11 <sup>40</sup>	17 <sup>20</sup>	48 <sup>00</sup>
GROUP B: 18—24 gr.	Number of mice bitten	7	6	4	—	9	5	5	—
	Number of mice died	5	2	3	—	5	3	3	—
	Time of death in hrs. (range)	0 <sup>45</sup> —5 <sup>00</sup>	3 <sup>00</sup> —4 <sup>00</sup>	3 <sup>00</sup> —12 <sup>00</sup>	—	5 <sup>00</sup> —10 <sup>00</sup>	10 <sup>00</sup> —48 <sup>00</sup>	10 <sup>00</sup> —24 <sup>00</sup>	—
	Time of death in hrs. (average)	2 <sup>20</sup>	3 <sup>30</sup>	6 <sup>30</sup>	—	7 <sup>30</sup>	27 <sup>20</sup>	13 <sup>30</sup>	—

average time of death of the mice, as a result of bites from both spiders, seems to be shorter in *Loxoscelis*.

The venom of *Loxoscelis rufescens* shows a clear neurotoxic influence, but the paralysis of the hind legs and the hind part of the body occurs only after a period of apparent absence of any pathological symptoms and then is very rapidly succeeded by death. No marked changes in the place of application of the bite occur.

The above picture of envenimation is different from that observed in the cases of bites of 3 species of *Latrodectus* found in Israel: *L. XIII guttatus*, *L. pallidus* & *L. revivensis*, which result in prolonged and increasing paralysis. In the latter cases immediately after the bite the animal is unquiet and the paralysis slowly proceeds from the posterior to the anterior region of the body. Finally the animal lies prone on its belly with its hind legs stretched and dies usually in this position.

The venom of the other species of *Loxoscelis*, namely, *L. laeta* and *L. reclusus*, are purely necrotic in action, resulting in severe gangrenous areas and ulcers around the place of the bite. In the case of *Loxoscelis rufescens* as described above, the symptoms were neurotoxic, showing a clear influence upon the central neural system and internal organs and no external signs of necrotic action appear.

We examined histologically the skin of the place where the animal was bitten, the liver, the kidney, the spleen and the thymus.

On the first examination we did not find any necrotic lesion in the skin, except that there was a slight infiltration by neutrophils of the subcutaneous tissues, and a very slight dilatation of the blood vessels.

We did not find a lesion in the liver. In the spleen there was an enlargement of the red pulpe due to the hypertrophy of the reticulo-endothelial cells and a slight pycnosis of lymphocytes. The kidney, on the other hand, is very much affected; we observed a general oedema which fills the proximal and the distal convoluted tubules with swelling of the cells; in many of them vacuolization of the cells and dissociation could be seen. The oedema was also observed in the glomerulae in the region of the capsula of Bowman. There was also a congestion of the blood vessels.

On the contrary, no pycnosis was observed in the thymus which generally reacts violently against any kind of intoxication. This is probably due to the fact that there was too short a time between the bite of *Loxoscelis rufescens* and the death of the animal bitten. Generally, the first lesions in the thymus are described 6 to 8 hours after poisoning.

As *Loxoscelis rufescens* is fairly common in houses and cellars of the Mediterranean region of Israel, the suggestion was made that this spider, though not found, may be responsible for many cases of hospitalization. This can be supported by one case of three days of hospitalization with symptoms of general envenomation which was reported to the senior author some years ago. A subadult female of *Loxoscelis rufescens*, found by the patient in his bed, was attached to the report.

#### REFERENCES

- ATKINS, J. A., WINGO, C. W., SODOMAN, W. A. & FLYN, J. E. (1958). Necrotic arachnidism. *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 7, p. 165—184. — LEBEZ, D., (1954). Beiträge zum Studium des Giftes von *Latrodectus tredecimguttatus* Rossi. *Hoppe-Seyler's Ztschr. f. physiolog. Chem.*, 298, p. 73—76. — ROEWER, C. Fr. (1942). *Katalog der Araneae*, Bremen. — SHULOV, A. (1939). The venom of the scorpion *Buthus quinquestriatus* and the preparation of an anti-serum. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 33, p. 253—256. — SHULOV, A. (1952). A method for evaluation of the strength of venom of spiders. *Trans. 9th Inter. Congr. Ent.*, 1, p. 256—258. — SHULOV, A. & WEISSMAN, A. (1959). Notes on the life, habits and potency of the venom of three *Latrodectus* spider species of Israel. *Ecology*, 40, p. 515—518.

# INTERSPECIFIC COMPETITION IN MOSQUITOES — HAS IT ANY BEARING ON BIOLOGICAL CONTROL?

M. T. GILLIES

East African Institute of Malaria and Vector borne Diseases, Amani, Tanganyika

The importance of competition as a factor influencing the abundance of animals is always hard to elucidate, and indeed the validity of much of the generally accepted evidence on the subject has recently been challenged by one school of biologists (Andrewartha and Birch, 1954). Nevertheless, it seems that certain public health campaigns have brought to light changes in the balance of mosquito populations for which it is hard to find any other explanation. The evidence comes from the highly selective action of house spraying with residual insecticides in eliminating domestic species, while having little or no effect on the rest of the fauna. Two examples from the field of malaria control can be cited. In Sardinia, a wholly successful campaign led to the near extinction of the principal vector, *Anopheles labranchiae* Falleroni (Trapido and Aitken, 1953). Follow-up surveys of the aquatic habitats of this species demonstrated its extreme rarity. But they also showed that the commonest *Anopheles* then present, *A. hispaniola* Theobald, was one which, because of its scarceness or localised distribution, had not been recorded in the pre-control surveys. In East Africa, a similar campaign led to the apparent elimination of *A. funestus* Giles (Gillies and Smith, 1960). At the same time, standard catches in outdoor shelters revealed an increase in density of something like seven times of another very closely related species, *A. rivulorum* Leeson, which is not normally found in houses but had previously been collected in small numbers outside. No factor other than release from competition was detected that could have been responsible for this change; although final acceptance of this tentative conclusion must await the careful study of population changes in the *funestus* group in other control schemes.

Both the instances cited here refer to situations where there was ecological dominance of a vector over a non-vector species. The question now arises as to whether the reverse ever occurs, that is to say whether there are instances of the range or abundance of a vector being limited by the presence of a more successful species, harmless to man. If this were so, consideration might be given to the consequences of introducing the latter into other areas or regions. There are three possible results. Firstly, the new species might become established without any interaction with the native forms and consequently with no change in transmission rates. Secondly, there might be successful competition with the native vector species leading to reduction in the numbers biting man. Thirdly, the introduced form might become dominant but, at the same time, changes in feeding habits might arise leading to continued or even enhanced transmission.

It is of course quite impossible to predict which of these alternatives would result; but on general grounds it would be expected that successful interaction of an introduced form with an established and adapted species would be a highly improbable event. Nevertheless, with the advent of resistance, the long term prospects of chemical control are by no means universally assured, and speculation and even experimentation along other lines would seem to be fully justified. It goes without saying that any entomologist contemplating such an introduction would have to satisfy himself that, should the exotic species develop altered feeding preferences in the new environment, this would not lead to any significant difference in transmission rates or nuisance value.



Despite the obvious limitations of this approach to biological control, it seems to me that one situation exists among *Anopheles* that might be worthy of investigation. In Africa and South East Asia there is a group of closely related salt-water species that includes the two salt breeding forms of *A. gambiae* Giles and the oriental species *A. sundaicus* Rodenwaldt, all of them important vectors of malaria. The behaviour of *A. sundaicus*, however, shows marked geographical differences, being anthropophilic and an important vector in Java and the east coast of India, and relatively zoophilic and a very minor vector in Malaya and elsewhere. The situation in the Philippines is of particular interest. Here, despite the great abundance of apparently suitable breeding sites in fish ponds, this species (in its typical form) is absent, and the niche is occupied instead by two predominantly animal-biting species or forms, *A. subpictus indefinitus* (Ludlow) and *A. litoralis* King<sup>1</sup>, both of which are either harmless or of negligible importance as vectors. It is tempting to suggest that it is the presence of these two species that has prevented man-biting strains of *A. sundaicus* from becoming established in the Philippines.

If this interpretation were accepted, the possibility should be explored of introducing one or both these species into typical *A. sundaicus* areas, or even further afield. Off the east coast of Africa, for instance, there is at least one island where salt-water *A. gambiae* is very abundant and where the long term prospects of permanently eliminating malaria are still not wholly assured. The introduction of *A. litoralis*, for example, from the Philippines might be an interesting and profitable experiment. And here, at least, it seems there could be little risk of a new species adding to a potential transmission situation already dominated by *A. gambiae*. (I am indebted to Mr. F. E. Baisas and Mr. F. Catangui of the Division of Malaria, Bureau of Disease Control, Manila, for information on *A. litoralis* in the Philippines.)

<sup>1</sup> The taxonomic status of this species is in doubt (D. H. Colless, *in litt.*).

#### REFERENCES

- ANDREWARTHA, H. G. and BIRCH, L. C., 1954. The distribution and abundance of animals. Chicago. — GILLIES, M. T. and SMITH, A., 1960. The effect of a residual house-spraying campaign in East Africa on species balance in the *Anopheles funestus* group. The replacement of *A. funestus* Giles by *A. rivulorum* Leeson. *Bull. ent. Res.* 51: 243—252. — TRAPIDO, H. and AITKEN, T. H. G., 1953. Study of a residual population of *Anopheles l. labranchiae* Falleroni in the Geremeas Valley, Sardinia. *Amer. J. trop. Med. Hyg.* 2: 658—676.

## COMPARATIVE EFFICACY OF DIFFERENT FORMULATIONS OF B.H.C. AND ORGANOPHOSPHORUS COMPOUNDS AS SUCH AND IN COMBINATION WITH CHLORINATED HYDROCARBONS AGAINST *C. FATIGANS*

R. PAL, C. P. NARI, S. RAMALINGAM, P. v. PATIL and S. C. BHALLA

#### Introduction

The failure to control *C. fatigans* by DDT and Dieldrin has been reported by Sharma *et al.* (1957) because these insecticides are sorbed into the mud surfaces. However for gamma BHC sorption is an advantage, as in a sorbed condition it is slowly released from the mud (Bertagna, 1959). At present two rounds of spraying are carried out with the usual formulation of 6.5 per

cent gamma in the form of 50 per cent water dispersible powder to obtain the effective dosage of 40 mg. of gamma BHC/sq. ft. for the control of culicine mosquitoes in India. This is an inconvenient and expensive procedure. To overcome this defect high gamma content formulations have recently been manufactured<sup>1</sup>. These formulations along with the BHC formulations containing resins were tested in Ponani (South India) for their comparative duration of residual effectiveness against *C. fatigans*. Four formulations of BHC—6.5%, 26%, 26% with resin and 50% were used at three different dosages viz., 20, 40, and 50 mg./sq. ft. and Dieldrin at 50 mg./sq. ft. was used as comparison.

Furthermore *C. fatigans* is reported to be resistant to chlorinated hydrocarbon insecticides in various parts of the country (Pal, 1958). Attention is, therefore, being paid to evaluate the other group of insecticides such as organophosphorus compounds for their control. Lindquist (1957) has shown that organophosphorus insecticides are effective substitute for DDT and other chlorinated hydrocarbon insecticides for use against culicine mosquitoes. But residual application of organophosphorus insecticides are not as lasting as chlorinated hydrocarbons (Pal and Sharma, 1956). Attempts have been made to improve the residual effectiveness of these compounds by various workers. Tsao *et al* (1954) reported the enhancement of residual effectiveness of organophosphorus compounds in combination with chlorinated terphenyl. Mathis & Schoof (1958 et 1959) reported slight enhancement of residual effectiveness of organophosphorus compounds when used in combination with chlorinated hydrocarbon insecticides against normal and dieldrin resistant *A. quadrimaculatus*. In view of this, studies were undertaken both in the laboratory and in the field to determine the comparative efficacy of organophosphorus compounds when applied separately and in combination with chlorinated hydrocarbons. The results of these investigations are also reported in this communication.

### A. Field evaluation of different formulations of BHC.

#### *Methods and material:*

The trial was conducted at Ponani, a coastal township lying between Cochin & Kozhikode on the Western Coast of India. This town has a population of about 35000, scattered over an area of about two square miles. The entire area was arbitrarily divided into 14 sectors. A group consisting of about 10 houses in each sector was sprayed with one or the other formulation using three different dosages viz., 20, 40 and 50 mg./sq. ft. Four formulations of BHC viz., 6.5%, 26%, 26% with resin and 50% gamma isomer water dispersible powder were used. One sector was sprayed with dieldrin at 50 mg./sq. ft. and another left untreated for comparison purposes. The group of houses sprayed was invariably situated in the centre of the sector concerned and the distance between the two groups of houses was about two to three furlongs.

One catching station (human dwelling) was established in each sprayed group of houses and another on identical lines selected close to the sprayed houses, served as the corresponding unsprayed comparison catching station. Mosquitoes were collected once a week in the morning—between 7 & 10:30 A.M.—from each catching station, devoting half an hour for each catch.

Three criteria have been taken into consideration to assess the residual efficacy of different formulations. The residual efficacy is considered to vanish, (a) when the density of mosquitoes in the sprayed catching stations exceeds 50% of the prespray density, (b) when the density of mosquitoes in sprayed catching stations exceeds 50% of the density in respective unsprayed catching station, and (c) when the 24 hrs. survival rate of mosquitoes caught in the sprayed area exceeds 50%.

#### *Results:*

From the results it was observed that the residual effect of all the formulations of BHC except 26% + Resin, lasted for about 2, 5 and 5 weeks respectively when applied at dosages of 20, 40 and 50 mg./sq. ft. Whereas with 26% BHC with resins the

<sup>1</sup> The Imperial Chemical Industries supplied some of these formulations viz., 26%  $\gamma$ -BHC 26%  $\gamma$ -BHC + resin and 50% BHC water dispersible powder.

effects lasted for 4, 8 and 8 weeks respectively when applied at dosages of 20, 40 and 50 mg./sq. ft. On the whole the effect of 40 & 50 mg. per sq. ft dosage was higher than 20 mg./sq. ft. However  $\gamma$  BHC when sprayed at 50 mg./sq. ft. does not seem to enhance the residual efficacy over 40 mg./sq. ft. From these studies it may therefore be inferred that the optimum dosage required for obtaining the maximum effect against *C. fatigans*, under field conditions is 40 mg./sq. ft. and the best formulation is 26%  $\gamma$  BHC containing resin.

## **B. Comparative efficacy of organophosphorus compounds as such and in combination with chlorinated hydrocarbons**

### *Laboratory trials:*

Following formulations were sprayed on three different types of surfaces i.e. glass, mud and thatched pannels:

- I. Malathion 25 mg./sq. ft.
- II. Diazinon 25 mg./sq. ft.
- III. Malathion 12.5 mg./sq. ft. + BHC gamma isomer 10 mg./sq. ft.
- IV. Malathion 12.5 mg./sq. ft. + Dieldrin 12.5 mg./sq. ft.
- V. Diazinon 12.5 mg./sq. ft. + BHC gamma isomer 10 mg./sq. ft.
- VI. Diazinon 12.5 mg./sq. ft. + Dieldrin 12.5 mg./sq. ft.

Weekly Bio-assay tests were carried out by exposing *Culex fatigans* to treated surfaces for half an hour. Mosquitoes were kept under observation for 24 hours and then the survival rate was recorded. Decline in mortalities to less than 50 per cent has been taken as criterion for the loss of efficacy of insecticide on the respective surfaces.

### *Field Trials:*

Field Trials were carried out in a group of Delhi State villages. The following formulations were tried in different villages:

- I. Malathion 50 mg./sq. ft.
- II. Diazinon 50 mg./sq. ft.
- III. Malathion 25 mg./sq. ft. + BHC gamma isomer 20 mg./sq. ft.
- IV. Malathion 25 mg./sq. ft. + Dieldrin 50 mg./sq. ft.
- V. Diazinon 25 mg./sq. ft. + BHC gamma isomer 20 mg./sq. ft.
- VI. Diazinon 25 mg./sq. ft. + Dieldrin 50 mg./sq. ft.
- VII. Dieldrin 100 mg./sq. ft.
- VIII. BHC gamma isomer 40 mg./sq. ft.

A group consisting of about ten houses was selected in each village and sprayed with the respective formulation. Two catching stations were fixed in each village—one from the sprayed houses and another from the unsprayed houses, serving as control. Weekly collections were made for half an hour in each catching station and mosquitoes (*C. fatigans*) kept for survival for 24 hours. Same criteria for assessment of results were used as mentioned before (A).

Studies on the bio-assay of the wall were carried out. Residual effectiveness was determined by exposing blood fed *C. fatigans* to the sprayed and unsprayed wall surface. Every week 20 mosquitoes were exposed for half an hour in the wall cages and kept for survival for 24 hours. Decrease in mortality to less than 50 per cent has been taken as the criterion for the loss of efficacy of insecticide.

### Results

Residual efficacy on different types of surfaces tried in laboratory varied from four to six weeks for glass pannels, three to five weeks for mud pannels and four to five weeks for thatched pannels.

In all the villages sprayed with different formulations, mosquito densities started building up within four to six weeks. The survival rate of *C. fatigans* from sprayed houses and bio-assay tests on the wall surfaces showed that the effect of different formulations persisted from two to five weeks only.

On the whole combination of BHC & dieldrin with Malathion and Diazinon do not seem to be superior to any of these insecticides used alone. However malathion alone and in combination with dieldrin showed a slightly more residual efficacy than dieldrin used alone.

### REFERENCES

- BERTAGNA, P. (1959). Bull. Wld. Hlth. Org. 20, pp. 861—89. — LINDQUIST, A. W. (1957). Bull. Wld. Hlth. Org., 16, pp. 33—39. — MATHIS, W. & SCHOOF, H. F. (1958). I. J. M., 12, pp. 433—38. — MATHIS, W. & SCHOOF, H. F. (1959). Am. J. Trop. Med. Hyg., 8, pp. 1—4. — PAL, R. (1958). I. J. M. 12, pp. 383—400. — PAL, R. & SHARMA, M. I. D. (1956). Bull. Nat. Soc. Ind. Mal., Mosq. Dis., 4, 6, pp. 185—204. — SHARMA, M. I. D. et al. (1957). I. J. M., 11, pp. 309—20. — TSAO, C. H. et al. (1954). J. Eco., Ent. 47, pp. 796—98.



# SEKTION XI

## BIENENKUNDE

### LES METHODES DE DOSAGE DE LA PHÉROMONE DES REINES D'ABEILLES (*Apis mellifica* L.)<sup>1</sup>

JANINE PAIN

Station de Recherches sur l'Abeille et les Insectes Sociaux — BURES-sur-YVETTE.  
Seine-et-Oise. France

Selon la définition donnée par Karlson (1) et Lüscher (2), nous désignons par le nom de Phéromone, un mélange de substances, secrété par les glandes mandibulaires des reines d'Abeilles (3) et dont le prélèvement par les ouvrières entraînent pour elles les effets suivants:

- 1° Forte attraction des ouvrières pour leur reine (4) (5)
- 2° Inhibition de la construction des cellules royales (6) (7)
- 3° Inhibition de la formation des œufs dans les ovaires des ouvrières (4) (6) (8).

Au cours de ces quatre dernières années, nous avons cherché à isoler les constituants de la phéromone. Nous allons exposer les résultats des essais biologiques, ainsi que les techniques détaillées qui ont été utilisées à ce sujet. Les analyses chimiques ont été effectuées par M. Barbier, et les résultats sont exposés au cours de ce Congrès (1<sup>er</sup> Symposium sur la Chimie des Insectes).

Nous décrivons donc chacune des méthodes employées pour apprécier l'une ou l'autre des qualités de la phéromone.

I. La première méthode de beaucoup la plus rapide, a été mise au point dans le but d'étudier le pouvoir d'attraction de cadavres de reines, ou de supports imbibés d'extraits royaux.

Pour effectuer les tests d'attraction, on utilise de 35 à 40 ouvrières âgées de 2 jours au début de chaque essai.

Nous avons déjà signalé en 1955 une plus grande sensibilité de la jeune abeille à la substance royale attractive. Les ouvrières proviennent de cadres de couvain naissant maintenus à l'étuve à 32° C. On ne se sert que d'ouvrières de début d'éclosion et avant d'expérimenter, on élimine les cagettes dans lesquelles les abeilles font la grappe.

On compte toutes les 30 secondes pendant cinq minutes, le nombre de jeunes ouvrières qui viennent auprès des reines. Cette méthode est utilisée aussi pour apprécier l'attraction de papiers sur lesquels on a déposé des quantités connues de la substance brute ou d'extraits royaux ou encore de papiers ayant entouré le corps de reines vivantes.

Dès que les abeilles d'une cagette ont réagi positivement, c'est-à-dire lorsqu'elles ont adopté une attitude caractéristique: mouvements particuliers des antennes, étirage du proboscis, la cagette est éliminée et ne sert pas pour l'examen d'autres reines.

<sup>1</sup> Le terme de «Phéromone» proposée par Karlson et Lüscher (2) a été oralement critiqué par Chauvin, comme très peu euphonique, du moins en français, et incorrectement dérivé de son origine grecque. C'est pourquoi j'utilise ici le mot de «Phéromone» que cet auteur propose d'employer à la place de celui de Phéromone.

Nous avons en effet remarqué que les abeilles qui viennent de lécher une reine ou un support particulièrement attractif, se précipitent aussi sur des reines d'attractivité moindre comme si leur seuil réactionnel se trouvait abaissé. Il faut donc être très prudent pour interpréter les résultats obtenus.

Lorsque les abeilles d'une cagette ne réagissent pas à une substance donnée ou à un extrait déterminé, on s'assure que cela ne provient pas du comportement des ouvrières, en leur présentant des reines témoins très attractives conservées à cet effet à  $-30^{\circ}\text{C}$ .

Pour apprécier l'attraction, on tient compte du chiffre le plus élevé d'abeilles attirées auprès des reines. On effectue ensuite la moyenne dans la série des cages.

Par cette technique, nous avons pu mettre en évidence que les reines ne présentent pas une attraction de même force au cours des différentes étapes de leur vie et selon qu'elles ont été au contact d'un nombre plus ou moins important d'ouvrières (4).

Elle nous a permis aussi au cours des procédés de purification, de retrouver dans quelle fraction apparaissait l'attraction. En collaboration avec M. Barbier (9), nous avons montré que les fractions *acides du pentane* obtenues à partir de reines broyées, étaient les seules attractives. Les fractions neutres du pentane n'intéressèrent jamais les ouvrières.

D'autre part, les fractions acides du pentane obtenues à partir d'ouvrières élevées en présence de leur reine, renferment le maximum d'activité. Les fractions en provenance d'ouvrières orphelines ne sont pas attractives. Ces résultats semblent démontrer que la fraction attractive serait transmise aux ouvrières par la reine (10).

Cette fraction attractive et parfumée est due à un mélange de substances *acides* dans lequel il est indispensable qu'y figure l'acide céto-9 décène-2-trans oïque isolé par Barbier en 1958. Cet acide inhibiteur de la construction des cellules royales n'est pas attractif (5). Pour qu'il le devienne, il faut lui associer une ou au plus cinq substances dont les esters méthyliques sont plus volatils que l'acide céto-9 décène-2-trans oïque. L'analyse de ces substances est actuellement en cours. Présentées seules à des jeunes ouvrières elles ne sont pas non plus attractives.

II. La deuxième méthode est une modification de la technique utilisée par Butler. Elle consiste à faire entreprendre à des ouvrières orphelines, un élevage royal. 150 à 200 ouvrières sont prises au hasard dans une ruche, sur un cadre de couvain. Elles reçoivent aussitôt une nourriture abondante en pollen et en candi. Le lendemain, on leur présente un morceau de cire claire, batié contenant des œufs. On observe la formation des ébauches royales au bout de 24 à 48 heures.

Les substances à examiner sont diluées dans un peu d'éther (1/10 à 2/10 de cc.). Les corps de deux ouvrières fraîchement tuées en provenance des cagettes sont plongées directement dans la solution éthérée.

Après évaporation du solvant, elles sont fixées sur le rayon et avant d'introduire celui-ci dans la cage, on les enduit de quelques gouttes de sirop miellé très concentré.

On a obtenu avec l'acide naturel céto-9 décène-2-trans oïque (11) une inhibition des ébauches royales, à la dose de 0,5 gamma par abeille. Cette inhibition est du même ordre que celle obtenue avec l'acide de synthèse: (0,8 gamma par abeille) (12) (13) réalisé en 4 étapes par Barbier, à partir de la cycloheptanone.

Je signale d'autre part que Callow et Johnston (14) sont arrivés en même temps au même résultat en effectuant la synthèse en 9 étapes, à partir de l'acide azélaïque.

Nous avons testé l'acide synthétique: céto-8 nonène-2-trans oïque. Cet acide n'est pas inhibiteur de la construction des ébauches royales. Il n'est pas attractif, lorsqu'on lui ajoute les substances dont les esters sont plus volatils, signalées plus haut. Il semblerait que l'acide inhibiteur de la construction des cellules royales est une sécrétion spécifique des glandes mandibulaires des reines d'abeilles.

III. La troisième méthode de beaucoup la plus longue, tient compte de l'inhibition des ovaires, chez les jeunes ouvrières orphelines, normalement alimentées en pollen pendant 15 jours, mais à qui l'on offre chaque jour les différents extraits recueillis au cours de la purification de la substance royale.

Dans le cas de la présentation d'extraits non attractifs, ceux-ci sont incorporés à la nourriture pollinique ou à la nourriture sucrée.

Dans le cas où les extraits sont attractifs, ils sont offerts, séparés des aliments, sur un morceau de papier filtre, que les ouvrières viennent lécher quotidiennement.

La prise de la Phéromone, lorsqu'elle est présentée selon cette 2<sup>ème</sup> technique, renforce le processus de l'inhibition ovarienne. Nous avons indiqué déjà en 1956 (8), l'importance de l'excitation antennaire, lorsque la substance odorante est déposée, sur un support autre que celui de la nourriture.

Nous venons de démontrer (15) que des reines naissantes possèdent des traces de l'acide inhibiteur de la construction des cellules royales, alors qu'elles ne possèdent pas encore les substances dont les esters méthyliques sont plus volatils. Il semble que l'apparition de ces substances soit en rapport avec l'âge des reines et confirme l'absence du pouvoir d'attraction des reines naissantes.

Ces résultats soulignent l'importance de l'odeur attractive pour le prélèvement de l'acide céto-9 décène-2-trans oïque.

IV. La quatrième méthode mise au point avec la collaboration de Lavie (16) (17) consiste à déposer des organes de reines sur un milieu gelosé qu'on ensemence ensuite avec différentes souches bactériennes. On note l'activité antibactérienne des substances déposées, en mesurant la zone d'inhibition du développement bactérien.

Les résultats ont montré la présence d'un rapport très étroit entre l'action antibactérienne des glandes mandibulaires de reines d'Abeilles, et l'attraction très forte exercées par celles-ci vis-à-vis des jeunes ouvrières test.

Nous concluons en insistant sur la complexité du mode d'action de la substance royale ainsi que sur la difficulté d'interprétation des tests d'attraction.

Ces méthodes offrant chacune un intérêt particulier ne peuvent toutefois être comparées, puisque trois d'entre elles demandent des nombres d'Abeilles différents. Cependant chacune d'elle renseigne et précise la valeur et la composition de la phéromon.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. KARLSON, P., 1960: Ergebnisse der Biologie, Band XXII, 212. — 2. KARLSON, P. et LÜSCHER, M., 1959: Nature, Vol. 183, January 3, 55. — KARLSON, P. et LÜSCHER, M., 1959: Naturwiss., Heft 2, 46. Jahrgang, 63. — 3. BUTLER, C. G. et SIMPSON, J., 1958: Proc. R. Ent. Soc. Lond. A. 33, 120. — 4. PAIN, J., 1954: Comptes Rendus Acad. Sc. Paris, 239, 1869. — PAIN, J., 1955: Insectes Sociaux, 2, N° 1, 35. — PAIN, J., 1956: Insectes Sociaux, 3, N° 1, 190. — PAIN, J., 1956: Comptes Rendus Acad. Sc. Paris, 242, 1080. — PAIN, J., 1959: Comptes Rendus Acad. Sc. Paris, 248, 3211. — 5. BARBIER, M., PAIN, J., 1960: Comptes Rendus Acad. Sc. Paris, 250, 3740. — 6. BUTLER, C. G., 1954: Trans. Roy. Soc. Lond., 105, 11; 1956: A 31, 12. — BUTLER, C. G., 1957: Experientia, 13, 256. — BUTLER, C. G., 1958: J. ins. Physiol. 2, 61. — BUTLER, C. G., 1959: Trans. Roy. Ent. Soc. Lond. A. 34, 137. — 7. BUTLER, C. G., CALLOW, R. K., JOHNSTON, N. C., 1959: Nature 184, 1871. — 8. CHAUVIN, R., PAIN, J., 1956: Experientia, Vol. XII, 9, 354. — 9. BARBIER, M., SCHINDLER, O., 1959: Helv. 42, 1998. — 10. PAIN, J., BARBIER, M., 1960: Comptes Rendus Acad. Sc. Paris, 250, 1126. — 11. BARBIER, M., LEDERER, E., REICHSTEIN, T., SCHINDLER, O., Helv. chim. acta 43, 1582 (1960). — 12. BARBIER, M., LEDERER, E., 1960: C. R. Acad. Sc. Paris, 250, 4467. — 13. BARBIER, M., LEDERER, E., NOMURA, T., comptes rendus, C. R. Acad. Sc. Paris, 251, 1133 (1960). — 14. CALLOW, R. K., JOHNSTON, N. C., 1960: «Bee World», 41, 132. — 15. PAIN, J., HÜGEL, M. F., BARBIER, M.: Comptes Rendus Acad. Sc. Paris 251, 1046 (1960). — 16. LAVIE, P., PAIN, J., 1959: Comptes Rendus Acad. Sc. Paris, 248, 1587. — 17. LAVIE, P., PAIN, J., 1959: Comptes Rendus Acad. Sc. Paris, 248, 3753.

# ERBLICHE UNTERSCHIEDE ZWISCHEN ERTRAGSEIGENSCHAFTEN VON BIENEN

FRANZ PIRCHNER

(Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft)

und FRIEDRICH und HANS RUTTNER

(Bundesanstalt für Bienenkunde, Außenstelle Lunz am See)

## 1. Einleitung

Die bisherigen Ergebnisse der Zuchtauslese bei der Honigbiene lassen sich in keiner Weise mit den bei anderen Haustieren erzielten Erfolgen vergleichen. Die Ursache hiezu liegt in der Schwierigkeit der Paarungskontrolle und in dem überragenden Einfluß von Außenfaktoren, die die Erkennung von erblichen Leistungsunterschieden sehr erschweren. Eine erfolgreiche, unter Anwendung moderner statistischer Methoden durchgeführte Leistungszucht setzt deshalb zunächst die Erarbeitung von Unterlagen voraus, die unter exakten Bedingungen gewonnen wurden.

Der Erfolg der Zuchtauslese hängt im wesentlichen ab

1. vom Ausmaß der vorhandenen erblichen Unterschiede in der Population, und
2. von der Genauigkeit, mit der die erbliche Überlegenheit von Individuen, bzw. Gruppen von Individuen erkannt werden kann.

Die grundlegende Größe, die über beide Punkte Aufschluß gibt, ist die Streuung zwischen den Zuchtwerten der Tiere, also die genetische Streuung, bzw. deren relativer Wert (relativ in Bezug auf die gesamte Streuung), die Heritabilität. Der Heritabilitätskoeffizient  $h^2$  (Lush 1945) gibt das Verhältnis der genetischen zur gesamten phänotypischen Streuung einer Leistungseigenschaft an. Dabei ist für die Zuchtauslese im herkömmlichen Sinne nur die Streuung bedeutungsvoll, die durch additive Gendifferenzen verursacht wird. Bei Hybridzüchtung dagegen spielen Unterschiede, die durch Dominanz- und Epistasiseffekte verursacht sind, eine maßgebliche Rolle. Die vorliegende Untersuchung beschränkt sich auf die Schätzung der additiv-genetischen Varianz, bzw. der Heritabilität im engeren Sinne (Lush 1945).

## 2. Material und Methodik

1952 wurde an der Außenstelle Lunz am See der Bundesanstalt für Bienenkunde ein Prüfstand für Bienenköniginnen errichtet, der 50 Bienenvölker umfaßt. Als Größe der Prüfgruppen wurden i. a. Gruppen mit 10 Geschwister-Königinnen (bei vorläufigen Testserien auch Gruppen mit 5 Geschwister-Königinnen) gewählt, da bei einer zu erwartenden Heritabilität der Leistungseigenschaften in der Größenordnung von etwa  $h = 0,25$  von einer Vergrößerung der Prüfgruppe über 10 nur eine geringfügige Verbesserung der Ergebnisse erwartet werden kann (Nordskog, 1948). Die Prüfvölker befinden sich unter möglichst gleichartigen Umweltbedingungen (Ort, Aufstellung, Kastensystem, Betriebsweise).

Nach Sichtung des vorhandenen Materials wurde die Prüfung vorwiegend auf mehrere Linien des aus der Obersteiermark bezogenen Stammes „Troiseck“ der Carnica-Rasse (Kärntner Biene) beschränkt. Die verglichenen Geschwistergruppen sind also untereinander in einem gewissen Grade verwandt und einander genetisch ähnlicher als Herkünfte aus verschiedenen Gegenden. Alle Königinnen sind unter kontrollierten Bedingungen auf Belegstellen begattet.

Folgende Angaben wurden zur Auswertung herangezogen:

1. Entwicklungsgeschwindigkeit des Bienenvolkes im Frühjahr.

Zum ehestmöglichen Termin (Ende März—Anfang April) wurde die Zahl der von Bienen belagerten Waben festgestellt und die mit Brut besetzte Wabenfläche nach dem Verfahren von Puchta (1949) gemessen. Der nächste Stichtag ist der Termin, zu dem es die inzwischen erreichte Volksstärke erlaubt, die Honigräume zu öffnen. Die Spanne zwischen Frühjahrmessung und Öffnung der Honigräume wird als „Entwicklungszeit“ bezeichnet.

2. Honigertrag.

Nach Möglichkeit wurde die aus der Frühjahrs- und Sommertracht erzielte Ernte getrennt gewogen.

Das hier untersuchte Material bezieht sich auf Angaben über etwa 50 Völker, die in einem Zeitraum von 4 Jahren erhoben wurden. Infolge der geringen Zahl lassen die erzielten Ergebnisse noch keine weitreichenden Schlüsse zu, wohl aber bieten sie Anhaltspunkte für die Fortführung dieser Untersuchungen.



# Die Verwandtschaftsbeziehungen zwischen Bienenvölkern

Zur Berechnung des Heritabilitätskoeffizienten muß, wie oben angeführt, neben der phänotypischen Variabilität auch die genotypische bestimmt werden. Die Schätzung der genetisch bedingten Streuung erfolgt dadurch, daß die Ähnlichkeit verwandter Individuen hinsichtlich einer quantitativen Eigenschaft in Beziehung gesetzt wird mit dem Anteil gemeinsamer Gene, der nach den Mendelschen Regeln zu erwarten ist. Die Korrelation zwischen den Genwirkungen verwandter Tiere, die auf Grund der Mendelschen Regeln zu erwarten ist, wird durch den Wrightschen Verwandtschaftskoeffizienten ( $r$ ) geschätzt. Mittels der Varianzanalyse kann die Streuung zerlegt werden in die zwischen Gruppen und in die Streuung zwischen Individuen innerhalb von Gruppen. Der Teil  $r$  der additiv-genetischen Varianz liegt in der Streuungskomponente „zwischen Gruppen“, während der Teil  $(1-r)$  in der Komponente „zwischen Individuen innerhalb von Gruppen“ ist.

Im Falle von Ertragseigenschaften von Bienen sind zwei Besonderheiten zu beachten. Eine betrifft die biometrischen Beziehungen zwischen den Generationen. Polhemus u. M. (1950) und Crow und Roberts (1950) haben gezeigt, daß vom biometrischen Standpunkt aus der Drohn dem Gameten eines diploiden Organismus entspricht. Das Intervall Drohnenmutter — Drohn — Tochter ist einer Generation bei normalen Diploiden äquivalent. Die Errechnung des Wrightschen Verwandtschaftskoeffizienten kann also genau so wie bei den anderen diploiden Organismen erfolgen, nur nimmt bei der Biene die Drohnenmutter die Stelle des Vaters bei anderen Tieren ein.

Die zweite Besonderheit ist die, daß bei Ertragseigenschaften die Einheit der Beobachtung und Messung das ganze Volk ist. Der zur Schätzung der genetisch bedingten Varianz notwendige Verwandtschaftskoeffizient muß sich hier also auf die Verwandtschaft zwischen den Durchschnittsgenotypen ganzer Völker beziehen.

Die biometrischen Beziehungen zwischen dem Durchschnittsgenotyp eines Volkes und dem Genotyp der Königin (in beiden Fällen handelt es sich um den additiven Genotyp) sind in der nachfolgenden Abbildung 1 mit Hilfe von Pfadkoeffizienten (Le Roy, 1960) dargestellt. Die biometrischen Beziehungen zwischen Königinnen wurden, wie erwähnt, schon von den vorhin genannten Autoren (Polhemus u. a.) klargestellt und sind, wenn Drohnen als Gameten behandelt werden, dieselben wie bei anderen bisexuellen Tieren.

Der Pfadkoeffizient zwischen dem Zuchtwert der Königin und dem Durchschnittszuchtwert des Volkes ist dann

$$n a b v = \frac{n}{2} \sqrt{\frac{1 + F'}{1 + F}} \sqrt{\frac{1}{n [1 - (n - 1) t]}}$$

$F$  = Inzuchtkoeffizient der Bienen,

$F'$  = Inzuchtkoeffizient der Königinnen.

Bei sehr großem  $n$ , wie es bei Bienenvölkern zutrifft, kann die Beziehung vereinfacht werden zu

$$n a b v = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1 + F'}{1 + F}} \times \frac{1}{t}$$

$t$  ist die durchschnittliche Korrelation zweier Arbeiterinnen eines Volkes. Sie kann unter folgenden Annahmen geschätzt werden: die Königin wird von  $k$  Drohnen begattet und der Samen eines jeden Drohnes befruchtet  $p$  Eier. Bei einem nicht ingezüchteten Volk ergibt sich dann

$$t = \frac{2}{kp(kp-1)} \left[ \frac{kp(kp-1)}{2} \times \frac{1}{4} + \frac{kp(p-1)}{2} \times \frac{1}{2} + \frac{k(k-1)p^2}{2} \times \frac{1}{4} \right]$$

Der erste Ausdruck in der Klammer ist die Zahl der Verwandtschaftsbeziehungen zwischen Bienen, die durch die gemeinsame Mutter entstehen. Der zweite Ausdruck bezieht sich auf die Verwandtschaftsbeziehungen zwischen Bienen, die demselben Drohn entstammen, und der dritte auf die zwischen Bienen von verschiedenen Drohnen, die aber ihrerseits alle dieselbe Königin als Mutter haben.

Da  $p$  sehr groß ist, kann die Beziehung vereinfacht werden zu

$$t = \frac{2}{k} \left[ \frac{k}{2} \times \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{k-1}{2} \times \frac{1}{4} \right]$$

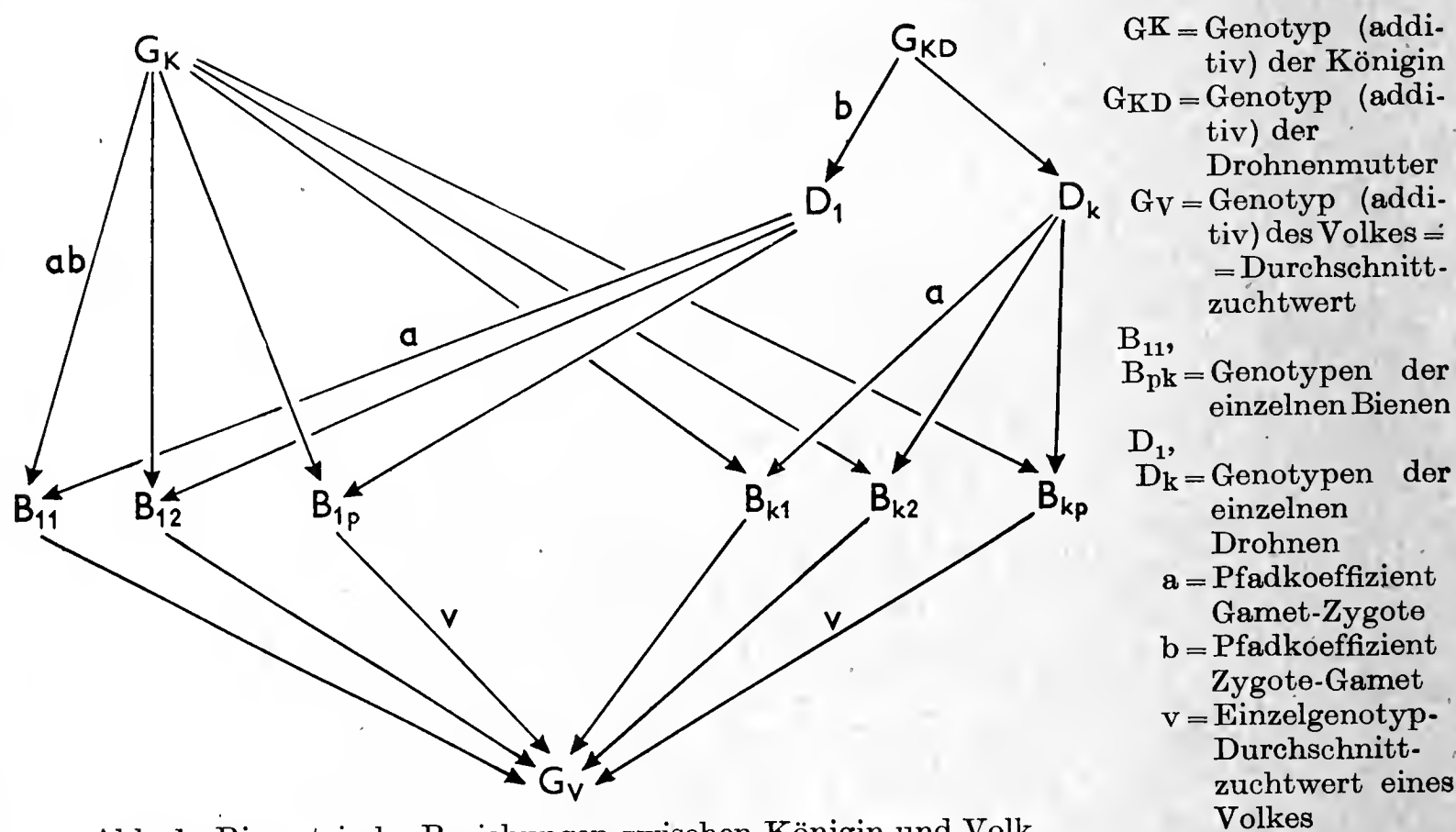


Abb. 1. Biometrische Beziehungen zwischen Königin und Volk.

Aus den Untersuchungen der letzten Jahre geht hervor, daß die Königin von mehreren Drohnen begattet wird, meist von 6 bis 10 (Zusammenstellung bei Ruttner, 1960). Wenn  $k = 8$  angenommen wird, ergibt sich  $t$  mit ungefähr 0,53. Bei künstlicher Besamung mit Sperma von nur einem Drohn ( $k = 1$ ,  $p = n$ ) ergibt sich für  $t = 0,75$ . Wenn  $k$  sehr groß ist, also wenn die Königin mit Sperma von vielen Drohnen befruchtet wird, nähert sich  $t$  dem Wert von 0,50, der dem bisexueller Organismen entspricht.

Unter Verwendung von  $t = 0,53$  ergibt sich für den Pfadkoeffizienten vom Durchschnittszuchtwert eines Volkes zu dem der Königin folgender Ausdruck

$$\frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{0,53}} \times \sqrt{\frac{1 + F'}{1 + F}} = \frac{1}{2} \times \sqrt{1,887} \times \sqrt{\frac{1 + F'}{1 + F}}$$

Bei Berechnung der Korrelation zwischen den additiven Genotypen von Völkern muß also die Korrelation zwischen Einzelbienen dieser Völker mit  $(\frac{1}{t})$  ( $= 1,887$  unter unseren Annahmen) multipliziert werden. Als Beispiel sei hier eine häufig vorkommende Art von Verwandtschaftsgruppen angeführt. Wie aus der nachfolgenden Abbildung 2 hervorgeht, sind die Königinnen Geschwister und werden alle von Drohnen aus einem Volk begattet. Der Verwandtschaftsgrad zwischen den Völkern

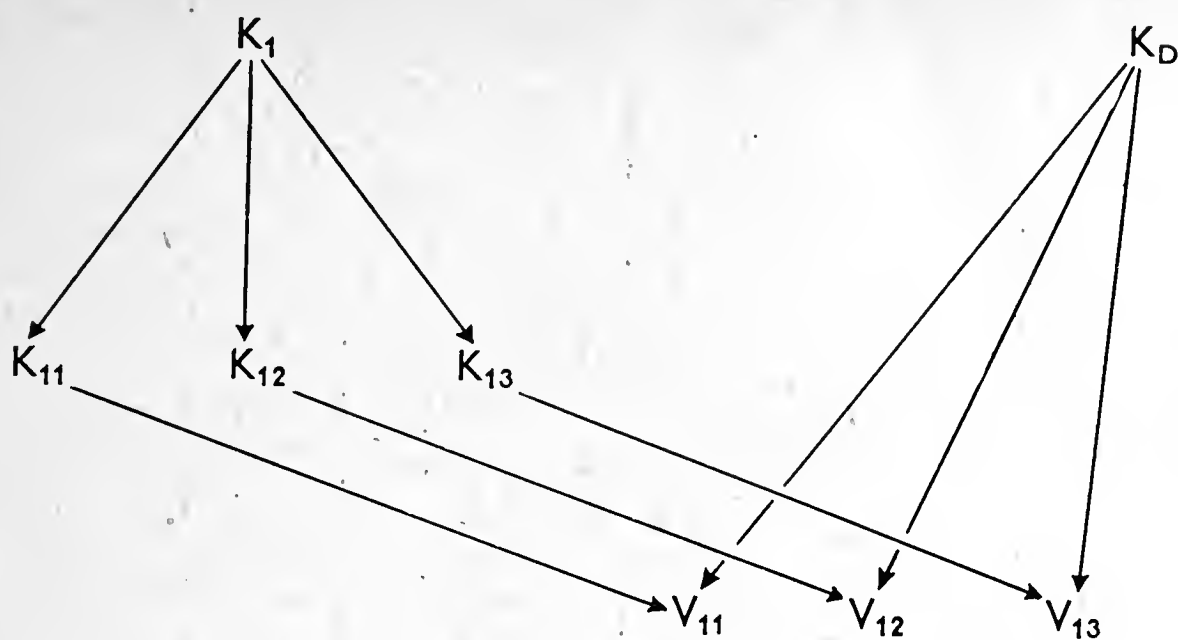


Abb. 2.

ergibt sich dann mit:

$$r = 1,887 \left( \frac{1}{4} + \frac{1}{16} \right) = 0,59$$

In unserem Material waren die Verwandtschaftsbeziehungen zwischen den Völkern der einzelnen Gruppen nicht ganz so eng ( $r = 0,53$ ).

### Statistische Methodik

Wie eingangs erwähnt, beruht die Schätzung der genetischen Varianz auf der Ähnlichkeit der Ertragseigenschaften verwandter Völker. Die Voraussetzung für die Gültigkeit dieser Schätzung ist, daß diese Ähnlichkeit nur durch den gemeinsamen Besitz von Erbanlagen bedingt ist und nicht etwa durch Umwelteinflüsse, die bei verwandten Völkern gleich, aber bei nicht verwandten verschieden sind. Daher wurden in der vorliegenden Untersuchung nur Völker und Verwandtschaftsgruppen miteinander verglichen, die ihre Leistung am selben Standort und im selben Jahr erbracht hatten. Außerdem wurden nur nicht-ingezüchtete Völker zur Untersuchung herangezogen. Die Varianzanalyse hat folgenden Aufbau:

Streuungsursache	Erwartungswert der Varianz
Jahre .....	$E + k_2V + k_3J$
Verwandtschaftsgruppen innerhalb von Jahren .....	$E + k_1V$
Völker innerhalb von Verwandtschaftsgruppen .....	$E$

$k_1$ ,  $k_2$  und  $k_3$  sind die Durchschnittshäufigkeiten von Völkern in den Gruppen bzw. Jahren. Die Streuungskomponenten haben folgende Bedeutungen:

$E$  ist die zwischen Völkern innerhalb von Gruppen beobachtete Streuung. Sie ist verursacht durch genetische Unterschiede zwischen den einzelnen Völkern (1— $r$  der erblichen Streuung fällt zwischen Völker innerhalb verwandter Gruppen) sowie durch häufig als „Umwelt“ zusammengefaßte Verhältnisse, welche Leistungsunterschiede zwischen Völkern desselben Standortes mitbedingen (Mikroklima, zufällige Differenzen in den Entwicklungsbedingungen einzelner Völker usw.).

$V$  wird durch die Leistungsunterschiede zwischen ganzen Gruppen verursacht. Wenn diese Völkergruppen am selben Standort und zur selben Zeit geprüft worden sind, sollte  $V$  nur durch erbliche Differenzen zwischen den Gruppen verursacht sein. Bei einem

durchschnittlichen Verwandtschaftskoeffizienten  $r$  zwischen den Völkern der einzelnen Gruppen, soll  $V$  den Teil  $r$  der additiv-genetischen Varianz enthalten. Diese kann daher durch  $\frac{V}{r}$ , in unserem Falle  $\frac{V}{0,53}$  geschätzt werden.

Die Jahreskomponente  $J$  schließlich wird durch die von Jahr zu Jahr wechselnden Erträge bedingt. Zwar kann sie auch genetische Unterschiede enthalten, insoferne nämlich die von Jahr zu Jahr geprüften Völker wechseln, doch ist sie in überwiegendem Maße durch die außerordentlich stark wechselnden Trachtverhältnisse verursacht.

### 3. Resultate

Die folgende Tabelle 1 gibt die Schätzwerte der Streuungskomponenten an (Le Roy, 1960). Das Material, an dem sie errechnet worden sind, verteilt sich bei Honigertrag auf vier, bei Zellenzahl auf drei Jahre. Bei Honigertrag umfaßt es 12 Verwandtschaftsgruppen mit 55 Völkern, bei Zellenzahl 8 mit 43 Völkern. Die gefundenen Werte sind daher mit erheblichen Schätzfehlern behaftet und geben wohl nur Hinweise auf die wahrscheinliche Größe der genetischen Streuungen.

Tabelle 1.

Streuungskomponenten					Kovarianzkomponenten
Honigertrag kg <sup>2</sup>			Zellenzahl/Brut/ (1000 n) <sup>2</sup>		Honig. Zellenzahl
absolut		relativ	absolut	relativ	absolut
E	27.53	.267	20.56	0.682	6.60
V	3.77	.037	4.68	0.155	6.59
J	72.00	.696	4.88	0.162	—13.94
Ga)	7.13		8.85		12.46
h <sup>2</sup> b)	0.23		0.35		

a) Genetische Streuung zwischen Völkern einer Jahres-Standortgruppe.

b) Heritabilität von Leistungsunterschieden innerhalb einer Jahresstandortgruppe.

Die Jahreskomponente nimmt bei Honigertrag 70% der Gesamtstreuung ein, bei Zellenzahl dagegen nur gegen  $\frac{1}{6}$ . Das spiegelt den enormen Einfluß der Trachtverhältnisse auf die Honigerträge wider, wogegen die Zellenzahl erheblich weniger durch jene beeinflusst wird.

Die Gruppenkomponente  $V$  nimmt bei Honigertrag nur 3,6%, bei Zellenzahl aber über 15% der Gesamtstreuung ein. Wie vorhin erwähnt, soll sie ausschließlich durch genetische Unterschiede zwischen den Gruppen bedingt sein. Bei Honigertrag, wo die Trachtverhältnisse eine so dominierende Rolle spielen, tritt der genetische Einfluß bei Vergleich von Erträgen mehrerer Jahre zurück. Wenn hingegen die Ertragsunterschiede eines Standortes in einem Jahr verglichen werden, verursachen die Gruppenunterschiede 12% der Streuung innerhalb Jahres-Standortgruppen bei Honigertrag und 18,5% bei Zellenzahl ( $= \frac{V}{V+E}$ ). Die Gruppenkomponente umfaßt 53% der additiv-genetischen Streuung, so daß sich die Heritabilität, die den Anteil der gesamten additiv-genetischen Streuung an der Gesamtstreuung (in unserem Falle hier an der Streuung innerhalb Standort-Jahresgruppe) angibt, auf 23% bei Honigertrag und 35% bei Zellenzahl stellt.



Cale und Gowen (1956) fanden auch signifikante Unterschiede zwischen den allgemeinen Zuchtwerten von Völkern in Honigertrag und Zellenzahl.

Zum Vergleich seien einige Heritabilitätszahlen von Leistungseigenschaften bei Haustieren genannt. Für Milchleistung bei Rindern werden Werte von 20 bis 30% angegeben, für Wurfgröße bei Schweinen etwa 10% und für Legeleistung von Hühnern etwa 25%. In allen diesen Eigenschaften werden der Selektionsarbeit der vergangenen Jahrzehnte erhebliche Erfolge zugeschrieben. Es ist also anzunehmen, daß eine zielbewußte Zuchtwahl bei Bienen, die mit Einführung von Belegstellen und besonders durch die künstliche Besamung möglich geworden ist, in relativ kurzer Zeit zu Fortschritten führen wird.

Der Heritabilitätskoeffizient gibt an, wie groß der Teil der phänotypischen Überlegenheit der Elterntiere ist, der in den Nachkommen wieder auftritt. Bei Bienen gibt er also an, wieviel der Leistungsüberlegenheit (oder -unterlegenheit) der Elternvölker erwartungsgemäß in den Tochtervölkern wieder auftritt. Zum Beispiel sei angenommen, daß das Volk, dem die Drohnenmutter entstammt, 10 kg, das Volk, dem die Königin entstammt, 5 kg im Honigertrag über dem gleichzeitigen Standortdurchschnitt liegt. Bei einem Heritabilitätskoeffizienten von 0,23 soll beim Jungvolk die Leistung  $0,23 \left( \frac{10+5}{2} \right)$  kg = 1,72 kg über dem Standortdurchschnitt liegen. Das ist aber eine Erwartungszahl, die nur im Durchschnitt vieler Jungvölker mit gleicher Leistungsabstammung erreicht werden wird.

Auf ähnliche Weise wie die Streuung kann auch die Kovariation zweier Eigenschaften analysiert werden. Das Äquivalent der Heritabilität ist dabei die genetische Korrelation, die das Verhältnis der genetisch bedingten Kovariation zum Mittel der genetisch bedingten Varianz zweier Eigenschaften darstellt (Hazel, 1943).

Die Kovarianzkomponenten zwischen Honig und Brutzellenzahl sind in obiger Tabelle mitangeführt. Die phänotypische Korrelation zwischen beiden Eigenschaften ergibt sich mit 0,67, die genetische Korrelation errechnet sich mit 1,57. Nun sind Korrelationen über 1 nicht möglich. Der vorliegende Wert ist auf Stichprobenfehler bei der Schätzung der Komponenten zurückzuführen. Er deutet aber doch einen sehr hohen Zusammenhang zwischen den Erbanlagen für beide Eigenschaften an, so daß Selektion auf Verbesserung einer Eigenschaft auch die zweite verbessern wird.

Es ist noch eine weitere in der Züchtungslehre verwendete Größe in diesem Zusammenhang von Interesse. Das Vorhandensein erblich bedingter Ertragsdifferenzen zwischen Völkern müßte sich einmal zunächst darin manifestieren, daß die Ertragsdifferenz während verschiedener Perioden bestehen bleibt. Das Ausmaß dieser „Wiederholbarkeit“ von Leistungsdifferenzen kann mit Korrelationskoeffizienten gemessen werden. In anderen Tierarten werden diese Werte als Wiederholungskoeffizienten (répeatability) bezeichnet. Ihnen liegt, wie angedeutet, einmal die während des Lebens eines Tieres gleichbleibende Erbmasse zugrunde und weiter, darüber hinaus, auch alle einmal erworbenen und dann permanenten Eigenheiten eines Tieres. Analogerweise beruhen solche Wiederholungskoeffizienten bei Bienenvölkern auf den Erbanlagen und den seit des Bestehens gleichbleibenden Umweltbedingungen eines Volkes. Der Wiederholbarkeitskoeffizient gibt also eine obere Grenze der Heritabilität an.

Der Wiederholbarkeitskoeffizient kann sich auf Jahresleistungen bzw. Teilleistungen in verschiedenen Jahren und auf Teilleistungen in Frühtracht und Spättracht in einzelnen Jahren beziehen. Im letzteren Falle werden allerdings zwei etwas verschiedene Eigenschaften verglichen. Der Ertrag aus der Frühtracht (Blütentracht im Mai) wird in erster Linie von der Entwicklungsfreudigkeit eines Volkes abhängen, während bei

der Spättracht (in erster Linie Waldtracht im Juni—Juli) die Sammelfreudigkeit der einzelnen Bienen die entscheidende Rolle spielt. Die Größe der Korrelation zwischen Früh- und Späthonig wird daher u. a. auch von der genetischen Korrelation zwischen Entwicklungsfreudigkeit und Sammlereigenschaften abhängen. Sie ist daher nicht als „Wiederholungskoeffizient“ im üblichen Sinne aufzufassen.

Zur Berechnung der Wiederholbarkeit stand sehr geringes Material zur Verfügung. Die Ergebnisse werden trotzdem in der nachfolgenden Tabelle angeführt, doch ist vor Augen zu halten, daß sie wegen der geringen Zahl von Beobachtungspaaren nicht signifikant von Null abweichen.

Tabelle 2.  
Wiederholungskoeffizienten von Ertragseigenschaften.

Honigertrag	Zahl der Beobachtungspaare	Wiederholungskoeffizient
1957 (beeinträchtigte Teilleistung) bis 1958 .....	9	0,25
1956—1957 .....	8	0,57
Frühhonig-Späthonig 1956 .....	17	0,70
Brutzellenzahl		
1957—1958 .....	9	—0,28
1956—1957 .....	8	0,54

Bei den Werten für Honigertrag ist zu beachten, daß die Korrelation zwischen Früh- und Späthonig sich auf Erträge ein und desselben Jahres bezieht, also die große Jahreskomponente ausgeschaltet ist. Hingegen spielt sie bei den Korrelationen zwischen den Leistungen verschiedener Jahre eine Rolle. Daß beide Werte wesentlich größer als die Heritabilität ohne Rücksicht auf Jahresunterschiede sind (welche sich auf knapp 7% stellt), deutet an, daß permanente Umweltunterschiede und eventuell auch nicht-additive Genwirkungen bei Ertragsunterschieden in Honig eine wesentliche Rolle spielen. Die beiden Werte für die Zellenzahl weichen stark voneinander ab. Wie oben erwähnt, ist das Material außerordentlich knapp, so daß der Diskrepanz vorderhand nicht zuviel Bedeutung beigemessen werden braucht.

LITERATUR

CALE, G. H., Jr. und GOWEN, J. W., 1956: Heterosis in the honey bee. *Genetics* 41, 292. — CROW, J. F. und ROBERTS, W. C., 1950: Inbreeding and homozygosis in bees. *Genetics* 35, 612. — HAZEL, L. N., 1943: The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics* 28, 476. — LE ROY, H. L., 1960: *Statistische Methoden der Populationsgenetik*. Birkhäuser Verlag, Basel. — LUSH, J. L., 1945: *Animal Breeding Plans*. Iowa State College Press, Ames, Iowa. — NORDSKOG, A. W., 1948: Periodical trapnesting and family selection for egg production. *Poultry Sci.* 27, 713. — POLHEMUS, M. S., ROTHENBUHLER, W. C. and LUSH, J. L., 1950: Mating systems in honey bees. *J. of Heredity* 41, 151. — PUCHTA, R., 1949: Brutnestmessung, einfach und schnell. *Archiv f. Bienenkunde* 26, 30. — RUTTNER, F., 1960: Fortpflanzung und Vererbung, in: *Biene und Bienenzucht*. Ehrenwirth Verlag, München.

# MORPHOMETRIC ANALYSES OF BUMBLEBEE MOUTHPARTS

JOHN T. MEDLER

University of Wisconsin, Madison

It has been known for many years that species of bumblebees have "tongues" of different lengths. However, older data do not show relationships between structures of the labium. In connection with research on Wisconsin bumblebees, it was found that the mouthparts could be used to characterize species. I then became curious about the comparative morphometrics of European and North American species and the conventional arrangement of the species in subgenera. This research was made possible with specimens generously provided by other students of bumblebees. To date, measurements have been made on 3,564 specimens representing 40 species of *Bombus* and 9 species of *Psithyrus*. The data for 5 European species are given in this preliminary report<sup>1</sup>.

## Method

Serially numbered specimens were measured with a micrometer scale inserted in the ocular of a binocular microscope. The radial cell of the forewing (fig. 1) was measured. The head was detached and treated with 10% KOH for about 12 hours. The labium was removed, rinsed in water, and the prementum, first segment of the labial palpus, and the glossa measured (fig. 1). The data were punched on IBM cards, programmed for a correlation routine, and analyzed by an IBM 650 computer<sup>2</sup>.

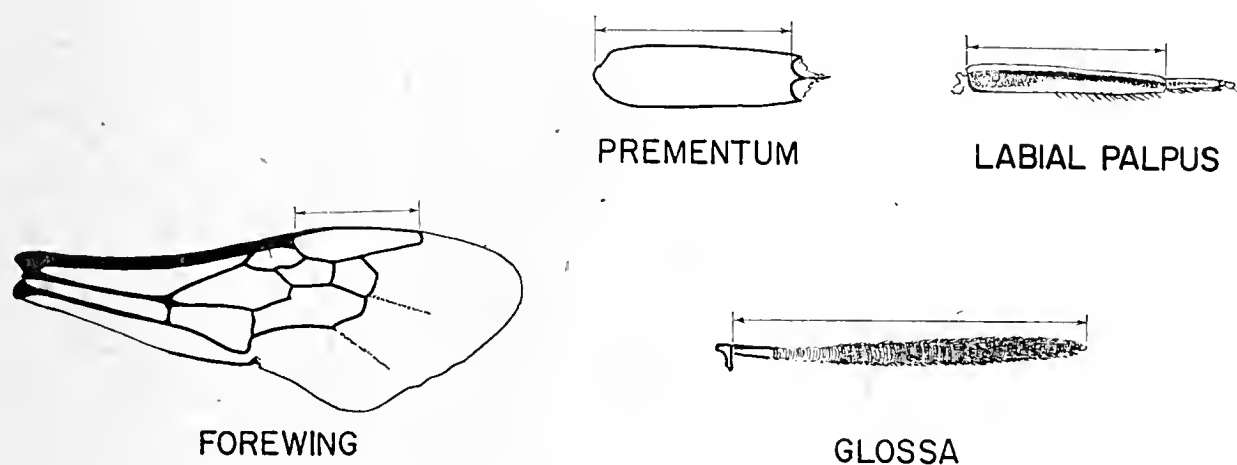


Fig. 1. The structures of bumblebees used for the morphometric research. The arrows show limits of measurement on the radial cell of the forewing, the prementum, the first segment of the labial palpus and the glossa.

## Results

Table 1 shows that in queens of 5 species the mean length of the radial cells ranged from 3.49 mm. (*agrorum*) to 4.30 mm. (*terrestris*). In some species, the minimum measurement of a queen and the maximum of a worker were such that small queens and large workers were difficult to distinguish on the basis of the length of the radial cell alone. Where a gap of at least 0.5 mm. occurred between the queen and worker radial cell measurements, the ♀/♂ radial cell index differed; for example *lapidarius* (156.0) and *terrestris* (144.3). Those species that had no appreciable differences between small queens and large workers had radial cell indices that ranged from 126.9 (*agrorum*) to 130.8 (*hortorum*).

<sup>1</sup> The writer gratefully acknowledges the help of the following in providing specimens of bumblebees for the research: J. de Beaumont, O. Castellani, M. Comba, L. Chandler, M. Dylewska, R. Eltving, S. Erlandsson, G. Kruseman, A. Löken, B. Tkalcu.

<sup>2</sup> Numerical data analyses of this research were conducted by the Numerical Analysis Laboratory, The University of Wisconsin (Project 60.191).

Table 1

Wing measurements (mm.) from 42 specimens in each caste of 5 species of bumblebees.

Bombus species	Caste	Radial Cell				Radial cell index ♀/♂ X 100
		Mean	Std. dev.	Maximum	Minimum	
<i>agrorum</i> (Fab.) . . . . .	♀	3.49	.16	3.8	3.1	126.9
	♀	2.75	.28	3.2	2.2	
	♂	3.02	.16	3.2	2.6	
<i>hortorum</i> (Linn.) . . . . .	♀	3.99	.14	4.2	3.6	130.8
	♀	3.05	.30	3.6	2.4	
	♂	3.42	.24	3.9	2.8	
<i>lapidarius</i> (Linn.) . . . . .	♀	4.15	.13	4.4	3.8	156.0
	♀	2.66	.28	3.2	2.0	
	♂	3.15	.18	3.5	2.6	
<i>pomorum</i> (Panz.) . . . . .	♀	3.61	.11	3.8	3.4	148.0
	♀	2.44	.21	3.0	2.1	
	♂	2.99	.17	3.2	2.6	
<i>terrestris</i> (Linn.) . . . . .	♀	4.30	.14	4.5	4.0	144.3
	♀	2.98	.32	3.5	2.1	
	♂	3.68	.19	4.0	3.2	

The mean length of the radial cell in workers ranged from 2.44 mm. (*pomorum*) to 3.05 mm. (*hortorum*); in males from 2.99 mm. (*pomorum*) to 3.68 mm. (*terrestris*). The means of workers and males were fairly close, but in all species the males had larger measurements than workers.

Table 2

Mouth part measurements (mm.) from 42 specimens in each caste of 5 species of bumblebees.

Bombus species	Caste	Glossa	Std. dev.	Pre-mentum (PM)	Std. dev.	Labial palp 1st seg. (LP)	Std. dev.	Labial index PM/LP X 100
<i>agrorum</i> (Fab.)	♀	7.15	.37	3.47	.16	4.31	.21	80.5
	♀	5.74	.58	2.80	.26	3.37	.39	83.4
	♂	5.74	.33	2.74	.18	3.35	.19	82.0
<i>hortorum</i> (Linn.)	♀	11.14	.63	4.31	.17	6.96	.31	62.0
	♀	8.89	1.19	3.41	.36	5.46	.74	62.8
	♂	9.68	.78	3.49	.27	5.99	.51	58.3
<i>lapidarius</i> (Linn.)	♀	7.14	.33	3.71	.15	4.01	.15	92.4
	♀	4.52	.48	2.44	.22	2.50	.23	97.7
	♂	5.05	.26	2.58	.13	2.81	.17	91.9
<i>pomorum</i> (Panz.)	♀	8.58	.36	3.93	.11	5.19	.13	75.8
	♀	5.64	.56	2.71	.24	3.34	.35	81.6
	♂	6.17	.37	2.98	.19	3.73	.21	79.9
<i>terrestris</i> (Linn.)	♀	6.82	.39	3.53	.11	3.49	.14	101.4
	♀	5.02	.64	2.59	.23	2.51	.42	104.1
	♂	5.37	.29	2.76	.11	2.76	.11	100.0

Table 2 shows that the mean length of the glossa in queens ranged from 6.82 mm. (*terrestris*) to 11.14 mm. (*hortorum*); in workers from 4.52 mm. (*lapidarius*) to 8.89 mm. (*hortorum*); in males from 5.05 mm. (*lapidarius*) to 9.68 mm. (*hortorum*).

Because the means of the three castes of a species showed considerable differences, a labial index (prementum/first segment of palpus X 100) was used to obtain more



meaningful comparisons. The labial index did not differ very much for castes within a species (table 2). Between species, the indices ranged from 58.3 (*hortorum*) to 104.1 (*terrestris*). The distinct differences found were expected because the five species were distributed in different subgroups of *Bombus*.

The correlation coefficients for all possible combinations of the measurements are given in table 3. All were significant at the .01 per cent level, except for the following which were significant at the .05 per cent level: *pomorum* ♀ radial cell: glossa and glossa: labial palpus.

Table 3  
Correlation coefficients,  $r^1$ , of measurement data in tables 1 and 2.

Bombus species	Caste	Radial cell: glossa	Radial cell: prementum	Radial cell: labial palp	Glossa: prementum	Glossa: labial palp	Premen- tum: labial palp
<i>agrorum</i> (Fab.)	♀	.69	.71	.82	.72	.85	.77
	♂	.90	.87	.89	.86	.90	.90
	♂	.81	.66	.76	.84	.85	.80
<i>hortorum</i> (Linn.)	♀	.40	.67	.54	.62	.70	.69
	♂	.88	.91	.91	.89	.91	.92
	♂	.86	.87	.82	.92	.95	.91
<i>lapidarius</i> (Linn.)	♀	.50	.53	.66	.60	.57	.77
	♂	.91	.90	.94	.85	.91	.93
	♂	.85	.72	.82	.72	.88	.80
<i>pomorum</i> (Panz.)	♀	.34	.45	.48	.54	.30	.54
	♂	.88	.87	.90	.87	.92	.84
	♂	.57	.63	.61	.76	.73	.74
<i>terrestris</i> (Linn.)	♀	.49	.62	.48	.59	.72	.71
	♂	.57	.83	.52	.84	.96	.80
	♂	.64	.80	.71	.68	.76	.77

<sup>1</sup> Significance of  $r$  for 40 df at .05 = .30: at .01 = .39

It is interesting to note that the correlation coefficients for workers were distinctly higher than those for queens. Also, in nearly all cases the coefficients of the workers were higher than those of the males (males had higher values twice for *hortorum* and once for *terrestris*).

Discussion

The measurements on queens of the European species given by Knuth (1906) and Stapel (1933) generally have higher values than my measurements, as shown by the following:

	Knuth in mm.	Stapel in mm.	From table 2— <i>prementum</i> + <i>glossa</i> in mm.
<i>B. hortorum</i> .....	19—21	16.6	15.45 ± .80
<i>B. agrorum</i> .....	13—15	12.0	10.62 ± .53
<i>B. lapidarius</i> .....	12—14	12.1	10.85 ± .48
<i>B. terrestris</i> .....	9—11.5	10.2	10.35 ± .50

Discrepancies are probably caused by a slight reduction that occurred when the prementum and glossa were each measured separately, rather than measured overall in an intact labium, including also the mentum. The range of lengths given by Knuth for *agrorum* and *terrestris* show no overlapping. However, individuals of *terrestris* may have a longer labium than individuals of *agrorum*. These data suggest that theories on the relationship of “tongue-lengths” to nectar and pollen gathering habits of bumblebees need critical re-examination.

The sequence of head indices determined by Krüger (1920) is closely associated with the sequence of labial indices, as shown for queens as follows:

	head index	labial index
<i>B. hortorum</i> .....	81.1	61.9
<i>B. pomorum</i> .....	86.4	75.7
<i>B. agrorum</i> .....	91.0	80.5
<i>B. lapidarius</i> .....	92.0	92.5
<i>B. terrestris</i> .....	102.5	101.1

For Japanese bumblebees, Taniguchi (1954) showed that the glossa/head-width ratio of queens ranged from 1.4 to 3.3. The various indices indicate that the length of the head is closely associated with the length of the labium.

The data on the length of the radial cell supported the statements of Frison (1927) and Plath (1934) that a complete range of individuals from the smallest worker to the queen may be found. Cumber (1949) found that the distinction between queen and worker based on wing lengths of individuals from colonies was quite marked in species in the “pollen-storer” division, but was not clear-cut in those species which belonged to the “pocket-maker” division.

The radial cell method of measurement may be more convenient and precise than the measurement of the forewing from tegula to wing tip, as used by Cumber (loc. cit.).

Goetze (1956) found that sources of error in measuring the labium of honeybees were 5 times as many as those in measuring an individual part which was not deformable and was in a positive correlation to the labium. In bumblebees, the prementum and labial palpus are strongly sclerotized and can be measured with precision. The glossae had relatively large standard deviations, and were the most variable of the four characters. However, the correlation coefficients of the four characters used in this study were highly significant in all combinations.

Because of the size differences in bumblebees, meaningful relationships between castes and between species appear to be expressed best by utilizing ratios. Taniguchi (1954) used the following ratios to show relations between Japanese bumblebees: glossa length/head-width; glossa length/head-length; and, mean length of paired labial palpi/glossa length. In my research the prementum/labial palpus ratio (labial index) was selected because these structures were more rigid than the glossa. The rather wide range of the labial indices (58.3 to 104.1) demonstrated conclusively that the prementum and labial palpus develop differently among the species of bumblebees. It may be important to determine the labial index for each species of bumblebee, as the information, used in conjunction with other conventional characters, might be useful in elucidating the biological and systematic relations of the bumblebees.

### Conclusion

Measurements on the radial cell of the forewing, glossa, prementum and first segment of the labial palpus gave basic information on certain relationships existing between the queen, worker and male castes of a species. The labial index provided an interesting method of differentiating the species of bumblebees. As highly significant correlation coefficients were obtained with the measurements on specimens of the worker caste, the mouth parts of species can be characterized adequately by measurements on the worker caste. It is suggested that the labial index might be helpful in elucidating the phylogenetic relations of bumblebees, when used in conjunction with other biological and morphological characters.

### LITERATURE CITED

- CUMBER, R. A., 1949. The biology of bumble-bees, with special reference to the production of the worker caste. Trans. Roy. Ent. Soc. London 100, 1—45. — FRISON, T. H., 1927. The development of the castes of bumble-bees. Ann. Ent. Soc. Amer. 20, 156—180. — GOETZE, G., 1956. Methodik der Selektion der Honigbiene auf Langrüsseligkeit. Ins. Soc. 3, 335—346. — KNUTH, P., 1906. Handbook of Flower Pollination. Vol. 1. The Clarendon Press. Oxford. — KRÜGER, E., 1920. Beiträge zur Systematik und Morphologie der mitteleuropäischen Hummeln. Zool. Jahrb. Abt. Syst. Geog. Biol. 42, 289—464. — PLATH, O. E., 1934. Bumblebees and their ways. The MacMillan Co., New York. — STAPEL, C., 1933. Undersøgelser over Humlebier (*Bombus* Latr.), deres Udbredelse, Trackplanter og Betydning for Bestøvningen af Rødkløver (*Trifolium pratense* L.) Tids. for Planteavl 39, 193—294. — TANIGUCHI, Setsu, 1954. Biological studies on the Japanese bees 1. Comparative study of glossa. Hyogo Univ. Agric. Sci. Repts. (Agriculture) 1, 81—89.

## BAKTERIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN *SC. PLUTON*, DEM VERMUTLICHEN ERREGER DER SAUERBRUT DER HONIGBIENE (*Apis mellifica* L.)

H. WILLE

Bienenabteilung der Eidg. Milchwirtschaftlichen Versuchsanstalt

Über den Erreger der Sauerbrut (European Foulbrood) waren und sind die Ansichten geteilt. Es sei hier auf die Arbeiten von White, Burnside, Sturtevant, Tarr, Borchert, Burri (Literaturzusammenstellung bei Gubler und Wille 1960) hingewiesen. Nach der heutigen amerikanischen Annahme (Zusammenstellung bei Steinhaus, 1949) dürfte *B. alvei*, nach Auffassung von White, der sich zurzeit die meisten europäischen Bienenpathologen anschließen, *Sc. pluton* der Erreger dieser Brutkrankheit sein. Diese Meinungsverschiedenheiten sind u. a. darauf zurückzuführen, daß es sehr schwer fällt, *Sc. pluton* zu züchten. Erst in den letzten Jahren gelang es Bailey (1957) aus Larven, die an Sauerbrut erkrankt waren, einen kokkenförmigen Organismus auf einem künstlichen Nährmedium (Hefeextrakt Difco, Glucose, hohe Phosphatkonzentration), der mit *Sc. pluton* aus natürlichem Infektionsmaterial morphologische Ähnlichkeiten aufwies, zu isolieren und zu vermehren. In Bienenvölklein vermochte er mit Kulturen dieses Organismus, namentlich in Verbindung mit *Bact. eurydice*, die Sauerbrut auszulösen.

Wir haben das von ihm empfohlene Nährmedium geprüft. Bei massiven Impfungen mit Pluton-Material schweizerischer Provenienz konnten wir nur sehr unregelmäßig Isolationen erzielen, die weiteren Überimpfungen mißlingen aber stets. Durch Zusatz von 1% AZ Lösung nach Hoagland (Spurenelemente), 0,2 g MgSO<sub>4</sub>, 0,01 g FeSO<sub>4</sub> und 0,01 g MnSO<sub>4</sub>/1000 ml ließen sich die Schwierigkeiten bei der Isolierung und Weiterimpfung von *Sc. pluton*-ähnlichen Stämmen schweizerischer Provenienz (in der Folge *Sc. pluton*-Stämme bezeichnet) z. T. beheben.

Zur Verbesserung des Erfolges bei den Isolierungen, zur einwandfreien Charakterisierung und Bestimmung der isolierten *Sc. pluton*-Stämme, zur Abklärung der Pathogenität, zur Untersuchung des Kapselbildungsvermögens (Gubler, 1954) schien es uns angezeigt zu versuchen, ein synthetisches Medium für *Sc. pluton* zu entwickeln, d. h. ein Nährsubstrat, bei dem sämtliche Komponenten streng definiert sind. Untersuchungen in dieser Richtung drängten sich ebenfalls auf, da über die Nährstoff-Mineralstoff- und Wuchsstoffbedürfnisse insektenpathogener Bakterien nur spärliche Angaben vorhanden sind.

### Methodik

Da wir seinerzeit gute Erfolge bei der Züchtung pathogener Keime des Engerlings von *Melolontha melolontha* mit dem von Wikén *et al.* (1952) vorgeschlagenen streng synthetischen Nährmedium hatten, untersuchten wir, ob *Sc. pluton* ebenfalls darauf gedeihen könnte. Der Erfolg war gering, eine gewisse Verbesserung wurde erreicht, wenn wir die Lösungen 1—4 nach Wikén *et al.*, die aus insgesamt 20 Aminosäuren aufgebaut sind, beibehielten, die Lösungen 5 und 6 folgendermaßen abänderten:

#### Lösung V:

D(+)-Glucose	10 g
--------------	------

#### Lösung VI:

KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	13,6 g
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0,2 g
FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0,01 g
MnSO <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O	0,01 g
Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	2 ml bei Zimmertemperatur gesättigte Lösung
AZ-Lösung nach Hoagland (Spurenelemente)	10 ml
Destilliertes Wasser	ad 100 ml

Diese Lösungen 1—6 zusammen werden in der Folge als Grundsubstrat bezeichnet. Sie wurden getrennt 30 Min. bei 110° C autoklaviert, hernach zusammengegeben, das p<sub>H</sub> mit KOH auf 6,7 eingestellt, die gewünschten Wuchsstoffe beigelegt zu je 3 ml auf die Versuchsröhrchen (160 × 15 mm) verteilt. Nach dem Abfüllen wurden diese Röhrchen anschließend zweimal im Abstand von 24 h im strömenden Dampf während 20 Min. sterilisiert. Die zu prüfenden Stämme züchteten wir während 48 h bei 30° C auf dem von Bailey empfohlenen Substrat, dem die oben erwähnten Mineralzusätze gegeben wurden. Jedes Versuchsröhrchen beimpften wir mit 0,1 ml Zellaufschwemmung, die mit Hilfe eines Trübungsmessers stets gleich dicht eingestellt wurde und verschlossen es anaerob (PyrogallolverSchluß). Die Impfsuspensionen wurden vorgängig nicht gewaschen, da zwischen gewaschenen und ungewaschenen Suspensionen sich keine Wachstumsunterschiede feststellen ließen. Die Inkubation erfolgte bei 30° C. Bei den Versuchen zur Abklärung des Wuchsstoffbedarfes gelangten folgende Vitaminkonzentrationen zur Anwendung:

#### Vitamingruppe I

Aneurin	0,5 mg/1000 ml
Adermin	0,5 mg/1000 ml
meso-Inosit	25 mg/1000 ml
D(+)-Pantothensäure (als Ca-Salz)	2,5 mg/1000 ml

#### Vitamingruppe II

p-Aminobenzoessäure	2,5 mg/1000 ml
Nicotinsäure	2,5 mg/1000 ml
Lactoflavin	2,5 mg/1000 ml
Cholinchlorid	2,5 mg/1000 ml
Ferner: (+)-Biotin	25 γ/1000 ml
Folsäure	0,1 mg/1000 ml wenn nicht anders angegeben

Grundsubstrat + Vitamingruppe I + II wird als Substrat A bezeichnet.



Die Intensität des Wachstums wurde in den Vorversuchen geschätzt, in den Hauptversuchen führten wir diese Messungen mit einem Turbidimeter nach Lange durch. Zwischen  $10^5$  und  $4 \cdot 10^6$  Zellen pro  $m^3$  und der entsprechenden Lichtabsorption von 5—80% besteht eine lineare Korrelation.

In allen Versuchsreihen wurde jeder untersuchte Stamm ebenfalls auf dem Grundsubstrat, mit Zusatz von 0,5% Hefeextrakt Difco gezüchtet. Auf diesem Nährmedium wurde stets das beste Wachstum erzielt (etwa 70—85% Lichtabsorption). In den Tabellen 1 und 2 sind die Wachstumswerte der untersuchten Variationen auf das obige Medium = 100 bezogen (Bezugssubstrat).

### Versuchsergebnisse

**Vereinfachung des Grundsubstrates:** Nachdem es sich gezeigt hatte, daß bestimmte *Sc. pluton*-Stämme auf dem oben angegebenen Grundsubstrat zu einem schwachen Wachstum gebracht werden konnten, das sich durch den Zusatz der Vitamingruppe I verbessern ließ (siehe unten), versuchten wir, dieses Medium zu vereinfachen. Ohne Zusatz der Vitamingruppe I verursachte jede Weglassung einzelner Aminosäuregruppen (Lösungen I—IV nach Wikén *et al.*), ja sogar einzelner Aminosäuren, eine auffallende Abschwächung des Wachstums. Bei Vorhandensein der Vitamine der Gruppe I blieb das Wachstum, wenn auch nicht in einem so ausgesprochenen Maß wie oben, gedrückt. Es hätte einzig auf das (L-)-Cysteinhydrochlorid verzichtet werden können, ohne daß eine meßbare Abschwächung in der Zellvermehrung eingetreten wäre. Wachstumsversuche mit einzelnen Aminosäuren aus der Lösung II (nach Wikén *et al.*) schlugen gänzlich fehl. Demgegenüber sei z. B. festgehalten, daß für einen pathogenen Sporenbildner des Engerlings einzig die L(+)-Glutaminsäure als N-Quelle genügte (Wikén und Wille, 1953); das gleiche gilt auch für bestimmte *B. thurigiensis*-Stämme (Wille, unveröffentlicht).

Nachdem diese ersten orientierenden Untersuchungen keine positiven Ergebnisse gebracht hatten, verzichteten wir, weiterhin die Frage nach einer Reduktion des Gehaltes an Aminosäuren zu verfolgen. In dem unten besprochenen Versuche verwendeten wir als N- und Mineralstoffquelle stets das oben angegebene Grundsubstrat.

### Wuchsstoffbedarf

Der günstige Effekt von 0,5% Hefeextrakt Difco (vorwiegend Vitamine des B-Komplexes) zum Grundsubstrat ließ vermuten, daß mit dem Zusatz von Wuchsstoffen ein ähnliches Ergebnis erzielt werden könnte. Bei einigen Stämmen wurde zunächst mit der Vitamingruppe I und Biotin gearbeitet. Diese Stämme reagierten auf eine Gabe der Vitamingruppe I zum Grundsubstrat mit einer Verdoppelung bis Vervierfachung des Wachstums. Bei Ergänzung der Vitamingruppe I mit Biotin vermochten wir bei den geprüften Stämmen weder einen fördernden noch hemmenden Einfluß festzustellen. Eine deutliche Depression im Wachstum trat aber ein, sobald nur eines der Vitamine der Gruppe I weggelassen wurde. Aneurin, Adernin, Pantothersäure und meso-Inositol einzeln zum Grundsubstrat zugesetzt, brachten überhaupt keine meßbare Steigerung des Wachstums. Bei allen Stämmen ist die Wachstumsförderung durch Zusatz der Vitamingruppe I deutlich, in quantitativer Hinsicht jedoch beobachteten wir von Stamm zu Stamm ins Gewicht fallende Unterschiede. Beispiele dazu sind in Tabelle 1 aufgeführt: So reagieren Stamm 23 und 221 am schwächsten, Stamm 65 am stärksten auf diese Wuchsstoffgabe.

Tabelle 1.  
Einfluß von verschiedenen Vitaminkombinationen auf das Wachstum von einigen geprüften *Sc. pluton*-Stämmen  
(Wachstum bezogen auf Grundsubstrat + 0,5% Hefeextrakt = 100)

Vitaminkombination	Stämme											
	23		46		65		113		221		I	II
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II		
Grundsubstrat + 0 .....	9,5	9,6	9,5	13,0	19,0	12,5	10,0	6,7	5,4	7,9		
Grundsubstrat + Vitamingruppe I ..	10,6	15,8	28,6	—	41,5	36,1	34,0	18,4	17,4	11,1		
Grundsubstrat + Vitamingruppe II..	4,1	9,5	8,3	20,8	10,7	16,2	7,5	18,6	6,7	4,0		
Grundsubstrat + Vitamingruppe I und II.....	18,0	21,9	33,3	40,3	32,2	41,3	40,0	41,2	13,5	19,7		
Grundsubstrat + Vitamingruppe I und II + Biotin.....	21,9	27,3	39,3	39,0	38,1	46,3	48,6	40,0	18,9	25,0		
Grundsubstrat + Vitamingruppe I und II + Folsäure.....	19,1	21,9	39,3	40,3	40,4	40,0	43,7	45,3	13,5	22,3		
Grundsubstrat + Vitamingruppe I und II + Folsäure und Biotin ....	21,9	26,0	48,7	46,5	45,2	42,5	53,8	46,6	17,5	23,7		

I = Kontrolle nach 2 Tagen.

II = Kontrolle nach 7 Tagen.

Durchschnittswerte von 2 Versuchen.

**Tabelle 2.**  
Wachstumsreaktion der untersuchten Stämme gegenüber verschiedenen Vitaminkombinationen  
(Grundsubstrat + 0,5% Hefeextrakt = 100), Peptonisierung der Milch (Ergebnis von 2—8 Versuchen)

Vitaminkombination	Stämme													
	23	42	46	65	68	73	83	113	116	128	156	171	183	184
Grundsubstrat + 0 .....	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5
Grundsubstrat + Vitamingruppe I und II	25	20—25	25	30	25—30	25	20	35—40	20—25	30	25—30	30	30—35	20
Grundsubstrat + Vitamingruppe I und II + Folsäure.....	25	20	40	40—45	40	25	20—25	45—50	20	35—40	40—50	35	40	40—50
Grundsubstrat + Vitamingruppe I und II + Biotin.....	30—40	26	40—45	40—45	45—50	30	20—30	50—55	25—30	35	35—40	40	45	40—45
Grundsubstrat + Vitamingruppe I und II + Folsäure und Biotin .....	25	30	50	45—50	45	25	25	50—55	25—30	35—40	35—40	40	40—50	40—45

Vitaminkombination	Stämme													
	186	188	212	217	218	219	220	221	223	224	225	226	228	229
Grundsubstrat + 0 .....	10	10	10	1	10	10	5	5	0	10	10	10	5	10
Grundsubstrat + Vitamingruppe I und II	20—30	10—20	10—20	5	25—30	20	10—20	25	10	30	20	30	10	20
Grundsubstrat + Vitamingruppe I und II + Folsäure.....	30	40—45	40	20	35—40	20	10—20	25	20	30	20	25	10	20
Grundsubstrat + Vitamingruppe I und II + Biotin .....	35	50—55	45—50	30	35—40	25	20—35	30	25	30	30	30	15	25
Grundsubstrat + Vitamingruppe I und II + Folsäure und Biotin .....	35—40	50—55	45—50	20	35—40	25	25—30	30	20	30	30	30	20	25

Punktierte Kolonnen: starke Peptonisierung der Lackmusmilch  
Nicht punktierte Kolonnen: keine Peptonisierung der Lackmusmilch

In einer weiteren Versuchsreihe wurde der Einfluß der Vitamingruppen II verfolgt. Es stellte sich bald heraus, daß die Vitamine dieser Gruppe das Wachstum im allgemeinen weniger förderten als die erste. Beispiele sind aus Tabelle 1 ersichtlich. Wir haben insgesamt 22 Stämme auf ihr Verhalten gegenüber Vitamin-Gruppen I und II geprüft. Bei 20 Stämmen vermochte Vitamingruppe I im Vergleich zu Vitamingruppe II die Zellvermehrung wesentlich zu steigern, nur bei 2 Stämmen blieb die Wirkung der beiden Gruppen gleich. Gegenüber dem Grundsubstrat ohne Wuchsstoffzusatz hatte die Vitamingruppe II nur bei 6 Stämmen eine Verbesserung des Wachstums, bei 16 Stämmen blieb der Zusatz praktisch ohne Wirkung.

Eine nochmalige Steigerung des Wachstums erzielten wir, wenn Vitamingruppe I und II zusammen zum Grundsubstrat zugefügt wurden. Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, handelt es sich dabei um eine z. T. recht beträchtliche Verbesserung. Bei den 22 geprüften Stämmen bewirkten Vitamingruppen I und II zusammen in 8 Fällen eine sehr kräftige Förderung des Wachstums, in 10 Fällen eine deutlich regelmäßige Steigerung, während in 4 Fällen die Vermehrung nicht kräftiger ausfiel als bei alleinigem Zusatz von Vitamingruppe I.

Es stellte sich nun die Frage, auf welche Wuchsstoffe innerhalb der Gruppe II bei gleichem Effekt verzichtet werden könnte. Wenn im Grundsubstrat + Vitamingruppe I und II die Nicotinsäure, das Lactoflavin, die p-Aminobenzoesäure (PABS) und das Cholinchlorid einzeln weggelassen wurde, so reagierten die geprüften Stämme gleich wie wenn die Vitamingruppe II vollständig gegeben worden wäre. Eine deutliche Schwächung des Wachstums zeichnete sich ab, sobald die Kombinationen Lactoflavin-PABS, Lactoflavin-Nicotinsäure, Nicotinsäure-PABS entzogen waren.

Im Laufe unserer Untersuchungen stießen wir auf einen Stamm, der während Monaten nach seiner Isolierung nur unter größten Schwierigkeiten keimfähig erhalten werden konnte. In den besprochenen Versuchen reagierte er auf keine Vitaminkombination. Er antwortete jedoch mit einem deutlichen Wachstum, sobald Folsäure zusätzlich zu den Vitamingruppen I und II gegeben wurden. Diese Beobachtung führte uns dazu, den Einfluß dieses Wuchsstoffes bei allen Stämmen zu untersuchen. Trotzdem der Zusatz von Biotin zu Vitamingruppe I offenbar keinen Einfluß auf das Wachstum ausübte, mußte seine Wirkung in Verbindung mit Gruppen I und II und mit der Folsäure abgeklärt werden. Diese Versuche waren auch deshalb angebracht, weil offenbar die Biotinkonzentration bei der Virulenz von Bakterien und Pilzen eine Rolle spielen mag.

Wurden die Vitamingruppen I und II einzeln mit Biotin oder Folsäure ergänzt, so traten im allgemeinen keine wesentlichen Veränderungen ein. Bei der Kombination Biotin — Folsäure + Vitamingruppe I beobachteten wir eine Wachstumsförderung bei 9 von insgesamt 22 Stämmen, bei 13 Stämmen blieb der Effekt aus. 14 Stämme sprachen mit nochmals gesteigertem Wachstum an, wenn zum Substrat A (Grundsubstrat + Vitamingruppen I und II) Biotin und Folsäure einzeln oder zusammen beigelegt wurden, 8 Stämme reagierten nicht. Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, entsprach das Wachstum auf Substrat A + Biotin + Folsäure bei 5 Stämmen von den 28 bei Abschluß der vorliegenden Untersuchung geprüften Stämme 50—55 (60) % demjenigen in Grundsubstrat + Hefeextrakt.

In den vorgängig besprochenen Versuchen wurde ausschließlich das Biotin und die Folsäure in den oben angegebenen Konzentrationen verwendet. Es blieb abzuklären, ob sich nochmals eine Verbesserung des Wachstumsergebnisses durch Steigerung des Gehaltes an Biotin bzw. Folsäure erreichen ließe. Die geprüften Vitaminkombinationen und Konzentrationen waren folgende:



- 1 Grundsubstrat ohne Vitamine
- 2 Grundsubstrat + 0,5% Hefeextrakt/1000 ml
- 3 Grundsubstrat + Vitamingruppen I und II
- 4 Grundsubstrat + Vitamingruppen I und II + Folsäure 0,5 mg/1000 ml
- 5 Grundsubstrat + Vitamingruppen I und II + Folsäure 1 mg/1000 ml
- 6 Grundsubstrat + Vitamingruppen I und II + Folsäure 2 mg/1000 ml
- 7 Grundsubstrat + Vitamingruppen I und II + Biotin 25  $\gamma$
- 8 Grundsubstrat + Vitamingruppen I und II + Biotin 100  $\gamma$
- 9 Grundsubstrat + Vitamingruppen I und II + Biotin 200  $\gamma$
- 10 Grundsubstrat + Vitamingruppen I und II + Biotin 25  $\gamma$  + Folsäure 0,5 mg/1000 ml
- 11 Grundsubstrat + Vitamingruppen I und II + Biotin 10  $\gamma$  + Folsäure 1 mg/1000 ml
- 12 Grundsubstrat + Vitamingruppen I und II + Biotin 200  $\gamma$  + Folsäure 2 mg/1000 ml
- 13 Grundsubstrat + Vitamingruppen I und II + Biotin 25  $\gamma$  + Folsäure 2 mg/1000 ml
- 14 Grundsubstrat + Vitamingruppen I und II + Biotin 200  $\gamma$  + Folsäure 0,5 mg/1000 ml

In sämtlichen geprüften 28 Stämmen traten aber dabei gegenüber den ursprünglichen Konzentrationen keine ins Gewicht fallenden Veränderungen auf.

In Tabelle 2 haben wir die Ergebnisse von Wachstumsversuchen mit insgesamt 28 *Sc.-pluton*-Stämmen dargestellt. Es handelt sich dabei um auf- bzw. abgerundete Durchschnittswerte aus 2 bis 8 Versuchen. Die geprüften Vitaminkombinationen gehen ebenfalls aus dieser Tabelle hervor. Bei der Durchsicht dieser Ergebnisse fallen einem folgende Tatsachen auf:

1. Bei fast allen Stämmen wird durch den Zusatz von Vitamingruppe I und II zum Grundsubstrat eine wesentliche Wachstumssteigerung erreicht (Ausnahmen Stamm 188 und 212).
2. In einer Gruppe von Stämmen erreicht das Wachstum höchstens 25—30% des Bezugswachstums (Stämme 23, 42, 73, 83, 116, 217, 219, 220—229).
3. In der zweiten Gruppe beläuft sich das Wachstum auf 40—55%.
4. In der ersten Gruppe vermochte der Zusatz von Folsäure und Biotin einzeln oder zusammen zum Substrat A keine wesentliche Steigerung des Wachstums zu erzielen.
5. In den übrigen Stämmen bewirkte dieser Zusatz eine wesentliche Wachstumssteigerung.

### Diskussion

Die Versuche ergaben eindeutig, daß die geprüften *Sc.-pluton*-Stämme an die Vitaminversorgung hohe Anforderungen stellen. Aneurin, Adermin, Pantothersäure und meso-Inosit können nicht ohne wesentliche Wachstumseinbuße weggelassen werden. Ebenfalls steigern PABS, Lactoflavin und Nicotinsäure, namentlich in Verbindung mit Vitamingruppe I, die Vermehrung der Zellen. Einzig auf das Cholinchlorid könnte u. U. verzichtet werden. Sowohl das Biotin wie auch die Folsäure bedingen bei etwa der Hälfte der Stämme in Verbindung mit Vitamingruppe I und II eine weitere Verbesserung des Wachstums. Diese Ergebnisse weisen darauf hin, in welchem außerordentlichen Maß die *Sc.-pluton*-Stämme in bezug auf die Wuchsstoffe heterotroph sind. Demgegenüber scheinen bestimmte Stämme von *B. larvae*, des Erregers der bösartigen Faulbrut, nur in bezug auf das Aneurin heterotroph zu sein (Katznelson und Loch-

head, 1948), während ein für die Engerlinge pathogener Sporenbildner allein auf die Zufuhr von Aneurin und Biotin angewiesen ist (Wikén und Wille, 1953); das gleiche trifft auch für Stämme von *B. thurigiensis* zu (Wille, unveröffentlicht).

In weiteren Versuchen soll abgeklärt werden, ob die Vitamine der B<sub>12</sub>-Gruppe (Cobalamine) allein oder in Verbindung mit anderen Vitaminkombinationen das bisher erzielte Wachstumsergebnis nochmals zu verbessern vermögen. Die Prüfung anderer Metaboliten dürfte ebenfalls erfolgversprechend sein. Wie wir gesehen haben, stellen die *Sc.-pluton*-Stämme in bezug auf die N-Quellen ebenfalls große Anforderungen.

Parallel zu den Versuchen über den Vitaminbedarf führten wir Untersuchungen zur Klassierung der isolierten Stämme durch (biochemische Reaktionen, serologische Gruppenbestimmung). Die Frage der Kapselbildung wurde weiterverfolgt, da nach Gubler (1954) mit der Möglichkeit gerechnet werden muß, daß die Virulenz, ähnlich wie bei den Pneumococcen, im Zusammenhang mit dem Vorhandensein oder Fehlen der Kapsel steht. Die Pathogenität der geprüften Stämme wurde an freifliegenden und im Thermostaten eingeschlossenen Völkern geprüft. Über alle diese Versuche werden wir an anderer Stelle ausführlich berichten. Es sei hier vorweggenommen, daß die isolierten Stämme in bezug auf ihre Gärungseigenschaften, Empfindlichkeit gegenüber Antibiotica, Kapselbildungsvermögen je nach den Versuchsbedingungen auffallend verschieden sich verhalten. Wie wir dargelegt haben, lassen sich die geprüften Stämme in bezug auf ihre Wachstumsreaktion im Substrat A + Biotin und Folsäure in zwei Gruppen einteilen. Es hat sich nun gezeigt, daß sämtliche Stämme der ersten Gruppe (relativ schwaches Wachstum, das durch einen Zusatz von Biotin und Folsäure nicht wesentlich gesteigert werden kann) die Methylenblau- und Lackmusmilch reduzieren; anschließend tritt Koagulation und starke Peptonisierung ein. Auf die zweite Gruppe (starke Wachstumsförderung durch Zusatz von Biotin und Folsäure) entfallen ausschließlich Stämme, die Methylenblau- und Lackmusmilch höchstens geringfügig reduzieren, eine Peptonisierung wurde in keinem Fall beobachtet. Noch nicht abgeschlossene Untersuchungen weisen auf ähnliche Zusammenhänge zwischen der serologischen Gruppenzugehörigkeit und der Reaktion gegenüber Biotin und Folsäure.

Beide Gruppen enthalten Stämme, die eine Kapsel zu bilden vermögen. Sie kann nur nachgewiesen werden, wenn zum Grundsubstrat mindestens noch die Vitamingruppe I beigelegt wird.

## LITERATUR

- BAILEY, L.: The isolation and cultural characteristics of *Streptococcus pluton* and further observations on *Bacterium eurydice*. J. gen. Microbiol. 17, 39—48 (1957). — GUBLER, H. U.: Bakteriologische Untersuchungen über die gutartige Faulbrut der Honigbiene (*Apis mellifica* L.). Schw. Z. f. allg. Path. u. Bakt. 17, 509—513 (1954). — GUBLER, H. U. und WILLE, H.: Die Sauerbrut, in Biene und Bienenzucht, 322—327, Ehrenwirth Verlag München, 1960. — KATZNELSON, H. und LOCHHEAD, A. G.: Nutritional Requirements of *Bacillus* larvae. J. Bact. 55, 763—764 (1948). — STEINHAUS, E. A.: Principles of insect pathology. Mc. Graw-Hill, New York 1949. — WIKÉN, T., RICHARD, O. und AEBI, H.: Über die Vergärung der Glucose in einem synthetischen Substrat durch *Clostridium*-Formen. Schw. Z. f. allg. Path. u. Bakt. 15, 492—501 (1952). — WIKÉN, T. und WILLE, H.: Über den Wuchsstoffbedarf eines sporenbildenden, für den Engerling von *Melolontha vulgaris* Fabr. pathogenen Bakteriums. Zentr. Bl. f. Bakt., Par.'kde, Inf.'krankh. u. Hyg. Abt. 107, 259—271 (1953).

# NEUE ERKENNTNISSE ÜBER DIE ENTSTEHUNG DER SCHWARZSUCHT DER HONIGBIENEN

WALTER BRÖKER

Neben einer erblich bedingten (nach Arbeiten und Mitteilungen von Dreher und Ruttner) gibt es bei den Honigbienen vor allem eine durch äußere Ursachen hervorgerufene Schwarzsucht.

Nach vielen Beobachtungen besteht oftmals ein Zusammenhang zwischen einer Vergiftung der Honigbienen mit gifthaltigem Pollen, Bakterien, Schimmel-, Rost- und Rußtaupilzen und der Entstehung der Schwarzsucht. Diese Feststellungen konnten durch folgende Versuchsergebnisse gestützt werden.

Bei Untersuchungen über die Atemgift- und Fraßgiftwirkung der 3 Insektizide: Dichlor-diphenyl-trichloräthan (DDT), Hexachlorcyklohexan (HCH) und Parathion auf Honigbienen erhielt ich Bienen, die während der Vergiftungserscheinungen die Haare verloren und einen schwarzglänzenden Hinterleib hatten, also alle Symptome der Schwarzsucht aufwiesen.

Zur Durchführung der Versuche dienten Holzkäfige von den Maßen  $12 \times 9 \times 5,5$  cm, von denen eine Wand ( $9 \times 5,5$  cm) aus engmaschiger Drahtgaze und deren gegenüberliegende aus Glas bestand. Am Boden ( $12 \times 5,5$  cm) war ein Futtergefäß von  $50 \text{ cm}^3$  Inhalt einschraubbar. Vom Deckel aus konnte ein Tränkröhrchen eingehängt werden. Als Versuchstiere wurden je 25 Bienen eingesetzt. Für die Untersuchungen zur Feststellung der Atemgiftwirkung der Insektizide auf Bienen wurden die Versuchskäfige nebst Futtergefäß mit 20 g Futterteig, der keine Insektizide enthielt, auf je eine eingewachste und mit DDT- bzw. HCH( $\gamma$  u. techn.)- und Parathionpulver bestäubte Papptafel in einen passenden offenen Honigeimer gestellt und bei Temperaturen von  $25-27^\circ$  im Wärmeschränk erwärmt. Dabei zeigten nur die durch Verdunstung des Parathions vergifteten Bienen die Symptome der Schwarzsucht.

Die Fraßgiftwirkung der 3 Insektizide auf Honigbienen wurde in den Versuchskäfigen mit 20 g Futterteig, in dem 0,1% (20 mg) DDT bzw. 0,1% HCH ( $\gamma$  u. techn.) und 0,025% (5 mg) Parathion (flüssig) enthalten war, durchgeführt. Bei der Prüfung der Fraßgiftwirkung begannen die Versuchsbienen schon bald nach dem Einsetzen am Futterteig zu lecken oder aus dem Tränkröhrchen Wasser zu trinken.

Durch die Aufnahme von Parathion wurden bei diesen Versuchen schon bei  $20^\circ$  innerhalb von  $4\frac{1}{2}$  Stunden die Bienen während des Absterbens unter Zittern und Lähmungserscheinungen alle schwarz. Eine Temperaturerhöhung auf  $25^\circ$  bzw.  $31^\circ$  hatte zur Folge, daß die Vergiftung beschleunigt und nach  $3-3\frac{1}{2}$  Stunden alle Bienen unter Schwarzfärbung eingegangen waren. Die durch die Fraßgiftwirkung des DDT bzw. des  $\gamma$ -HCH vergifteten Bienen zeigten erst bei höheren Temperaturen ( $28^\circ$  bzw.  $31^\circ$ ) nach 10—12 Stunden die typischen Erscheinungen der Schwarzsucht.

Das HCH (techn.), das viele Isomere und nur wenig von der wirksamen  $\gamma$ -Form des Hexachlorcyklohexans enthält, bildete insofern eine Ausnahme, als bei seiner Einwirkung auf Honigbienen bei Temperaturen zwischen  $25-31^\circ$  alle Vergiftungen ohne Haarausfall und Schwarzfärbung des Thorax, des Abdomens und der Beine stattfanden.

Während in 4 Tage alten Futterteig-Insektizid-Gemischen DDT und Parathion bei  $27^\circ$  noch als starke Magengifte wirkten, war dagegen bei den beiden HCH-Präparaten keine Fraßgiftwirkung und eine damit im Zusammenhang stehende Schwarzfärbung der Bienen mehr festzustellen.

Wurden für die Fraßgiftversuche 7 Tage alte Futterteig-Insektizid-Gemische verwendet, dann gingen — auch durch DDT und Parathion — alle Bienen ohne die Erscheinungen der Schwarzsucht ein.

Durch Duftstoffeinwirkung oben vom Deckel aus trat bei den Fraßgiftversuchen mit keinem der 3 Insektizide eine Bienenvergiftung verbunden mit Schwarzsucht auf.

Eine Bestätigung finden meine Untersuchungsbefunde durch die Arbeit von Sachs über „Eine Honigtauvergiftung bei Bienenvölkern als Folge einer Maikäfer-Bekämpfungsaktion. — Zur Fraßgiftwirkung von Hexachlorcyklohexan auf Bienen“ (Z. f. Bienenforschung 3, 205, 1957). Es heißt darin im angeführten Untersuchungsprotokoll: „Thorax, Abdomen und Beine erscheinen schwarz.“ Aus den Versuchsergebnissen ist zu folgern, daß die Wirkung der 3 Insektizide wahrscheinlich auf der Blockierung eines Fermentsystems beruht, wodurch vor allem infolge einer Eiweißstoffwechselstörung die Schwarzsucht verursacht wird.

Zum Verständnis ihrer toxischen Eigenschaften sei über die Chemie der 3 Insektizide folgendes ausgeführt:

*DDT* ist ein starkes Darmgift. Kommt es in den Verdauungsapparat, treten schwere toxische Erscheinungen im Magen-Darm-Traktus auf, die zum Tode führen. — *DDT* soll nach P. Müller eine spezifische Affinität zum Cholesterin besitzen. Im Diphenyl-Rest besitzt *DDT* eine Konfiguration, die den Steroiden bezüglich Form und Länge ähnlich ist. Die Giftwirkung würde danach auf einer Kombination mit Steroiden beruhen.

Reines  $\gamma$ -*HCH* weist eine analoge Raumkonfiguration auf wie Mesoinosit (*Hexaoxycyklohexan*), das ein Bestandteil des Bios ist. Es greift daher allem Anscheine nach im Sinne der bekannten Verdrängungssynthese in den Inosit-Stoffwechsel des Organismus ein und blockiert die Funktion des Mesoinosits als Wachstumsfaktor und Vitamin der B-Gruppe.

*Parathion* blockiert ein wichtiges Ferment, die Cholinesterase, wodurch eine Anhäufung des schädlich wirkenden Acetylcholins bedingt wird.

Durch die vorstehenden Untersuchungsergebnisse und theoretischen Darlegungen konnte bewiesen werden, daß ein Zusammenhang besteht zwischen der Fraßgiftwirkung des *DDT*, des  $\gamma$ -*HCH* und des *Parathions* und dem Entstehen der Schwarzsucht der Honigbienen.

Die Annahme ist nun berechtigt, daß derartige Vergiftungen mit den typischen Begleiterscheinungen der Schwarzsucht auch durch andere äußere Ursachen hervorgerufen werden können. So enthalten z. B. *Ranunculaceen* das Alkaloid *Anemonin*, das Entzündungen im Magen- und Darm-Kanal herbeiführt. Nehmen Bienen Pollen dieser Pflanzen auf, so findet nach Maurizio eine Vergiftung statt, und es scheint, wie nach Fütterungsversuchen mit Pollen verschiedener *Ranunculaceen* festgestellt wurde, als ob die Bienen an Schwarzsucht eingegangen wären (G. L. Müller).

Bekanntlich tritt in Honigtaujahren und zur Zeit der Honigtautracht die Schwarzsucht besonders stark auf, weshalb sie auch Waldtrachtkrankheit genannt wird. An der Honigtaubildung können die verschiedensten Insekten beteiligt sein, z. B. *Lachniden*, *Aphiden*, *Cocciden*, *Psylliden* und *Cikaden*. Auf die oftmals sehr verschieden zusammengesetzten Honigtau-Arten, die sich besonders in ihrem Zucker-, Dextrin- und Eiweißgehalt voneinander unterscheiden, siedeln sich u. a. Bakterien und Pilze verschiedener Art in großer Zahl an, die beim Honigtausammeln von den Bienen mit aufgenommen werden können und als Ursache für Vergiftungen und Schwarzsucht anzusehen sind, wie im folgenden näher dargelegt werden soll.



Es besteht durchaus die Möglichkeit, daß mit dem Honigtau aufgenommene *Bakterien* im Sinne einer Infektion durch Veränderung des Stoffwechsels oder durch Abscheiden von Toxinen Bienen vergiften und Schwarzsucht verursachen können.

Pathogenwirkende *Pilze*, die saprophytisch auf den zucker- und eiweißenthaltenden Honigtauen leben, wachsen und vermehren sich darauf und entwickeln Sporenformen. Durch Aufnahme eines derartig besetzten Honigtaus gelangen Sporen bzw. Zellaggregate in den Verdauungsapparat der Biene, entwickeln sich dort weiter und bewirken letzten Endes eine Stoffwechselstörung, die zur Vergiftung unter den äußeren Erscheinungen der Schwarzsucht führt. Hierzu sei bemerkt, daß der auf Lärchen wachsende Pilz *Fomes officinales* die *Agaricinsäure* enthält, die toxische Wirkungen zeigen kann.

Bekanntlich siedelt sich auf dem Honigtau oft *Rußtau* an, an dessen Bildung eine ganze Reihe *Rußtaupilze* neben *Hefen*, *Algen* und *Bakterien* beteiligt sind. Die in ihrer Gesamtheit als Rußtau bezeichneten Organismen enthalten Fermente, die ihre Lebensprozesse steuern. Fermente bilden sich und sterben ab. Nehmen Flugbienen nun mit Honigtau Toxine auf, die durch die darauf wachsenden Rußtaupilze usw. in das Substrat abgegeben wurden, dann wirken diese zerstörend auf deren Eiweißstoffwechsel. Infolge Stickstoffmangels wird dem Chitin Stickstoff entzogen, Haarverlust tritt ein, und die Bienen bekommen ein schwarzglänzendes Aussehen.

Mit Rußtaupilzen ist von Turesson experimentell Schwarzsucht erzeugt worden. — Nach v. Vitztum stellt der Pilz *Aspergillus calystratum* eine besondere Gefahr dar.

Nicht unerwähnt bleibe, daß es nach den Ausführungen von Poltew auf dem XVI. Internationalen Bienenzüchterkongreß in Wien, 1956, zahlreiche Honigtauhonige gibt, die eine mehr oder weniger starke Giftwirkung auf Bienen ausüben. In Gemeinschaft mit Bakterien und Pilzen wird diese meiner Ansicht nach noch erhöht. Zusammenfassend läßt sich nach den Untersuchungsbefunden und den weiteren Ausführungen sagen: Die durch äußere Ursachen hervorgerufene Schwarzsucht ist keine selbständige Krankheit sondern ein Krankheitssymptom. Die Schwarzsucht kann durch Störungen im Eiweißstoffwechsel ausgelöst werden, die u. a. auf einer Vergiftung mit bestimmten Pollenarten, Bakterien, Schimmel- und Rußtaupilzen und Insektiziden beruhen.

Auf folgendes sei zum Schlusse noch hingewiesen: Die Entstehung der Schwarzsucht kann u. U. von verschiedenen physiologischen und biologischen Umständen der Bienen abhängig und durch Unterernährung bedingt sein, was u. a. durch Untersuchungen von Morgenthaler bestätigt wurde, der die Schwarzsucht für eine Mangelerkrankung ansieht, die auf dem Fehlen von Eiweiß und Vitamin beruht. Dieser Zustand kann während einer Honigtautracht bei den rastlos tätigen, abgearbeiteten und dadurch anfälligen Sammelbienen trotz reichlichen Pollenangebots im Stock durchaus eintreten. Demnach kann Unterernährung mit ihren Begleitumständen für eine durch äußere Ursachen hervorgerufene Schwarzsucht oftmals eine beachtliche Rolle spielen. Schon vor 1700 Jahren behauptete der griechische Arzt Galen: „Keine Ursache kann ohne entsprechende Eigenschaft des Körpers ihre Wirkung entfalten.“

#### LITERATUR

- DREHER, K.: Die Schwarzsucht (Waldtrachtkrankheit) der Bienen. Deutscher Imkerkalender 1960. — MAURIZIO, A.: Über ein Massensterben von Bienen, verursacht durch Pollen von *Ranunculus puberrulus* Koch. Verhandl. der Schweiz. Naturforschenden Ges., Basel 1941, S. 149. — MORGENTHALER, O.: Bienenkrankheiten im Jahre 1924. Schweiz. Bienenzeitung 61 (1925). — MÜLLER, G. L.: Maikrankheit. Dtsche Bienenzeitung, 1948. — MÜLLER, P.: Die Chemie der Insektizide. Experientia X (1954), 91. — TURESSON, G.:

The Toxicity of Moulds to the Honey-Bee and of Cause of Bee-Paralysis. Svensk Botanisk Tidskrift 11 (1917), 16. — VITZTUM, G. H. v.: Untersuchungen über die Ursachen der Maikrankheit. Archiv für Bienenkunde 10 (1910), 81. — RUTTNER, F.: Privatmitteilung.

### DISKUSSION

- A. MAURIZIO betont, es sei nicht richtig, daß bei Vergiftungen mit *Ranunculus*-Pollen (Bettlacher Maikrankheit) Schwarzsucht auftrete. Die vergifteten Bienen gehen unter charakteristischen Erscheinungen ein, werden aber nicht schwarz-süchtig.
- J. EVENIUS: Nach eigenen Erfahrungen gehört die Schwarzsucht nicht zum Bild von Vergiftungen durch Insektizide. Auch aus dem umfangreichen Material anderer Institute sei darüber nichts bekannt geworden.

## BEHAVIOR STUDIES OF THE GREATER WAX MOTH

E. OERTEL

Entomology Research Division, Agr. Res. Serv., USDA, Baton Rouge, La.<sup>1</sup>

(See plate XVI)

The greater wax moth (*Galleria mellonella* L.) has a world-wide distribution (Forbes 1923, Paddock 1926, Borchert 1935, Imms 1948, and Skaife 1954).

In the Southern States most colonies probably contain some stage of the wax moth. Empty and capped combs, burr comb and debris from the bottom board, and emerged-queen cells have been removed at random at different times of the year and placed in moth-free storage at room temperature, and wax moth larvae have usually been found within 1 to 2 weeks.

Since life-history studies of the wax moth have already been reported (Paddock 1918, Andrews 1922, Vohringer 1934, Milum and Geuther 1935, Whitcomb 1936, and El Sawaf 1950), this study has been mainly directed toward the behavior of the insect. The work reported here was done at the Southern States Bee Culture Research Laboratory, at Baton Rouge, La.

### Damage by wax moths

Wax moth larvae seem to be most destructive in subtropical and tropical areas at low altitudes. From about 1800 to 1850 they caused severe losses in the United States (Pellett 1938). At the present time losses are believed to be smaller, mainly because the standard movable-frame hive is widely used and better beekeeping is practiced. Even so, beekeepers in the Southern States usually lose hundreds of combs each year.

Combs in weak colonies or colonies killed by insecticides or Argentine ants (*Iridomyrmex humilis*) and stored combs are frequently ruined by wax moth larvae before the infestation is detected. Seven commercial Louisiana beekeepers had an estimated loss of 13,500 standard combs in 1958. Two of these beekeepers had an additional loss of 3,300 baby nuclei combs. Florida beekeepers had an average of 286 standard combs per beekeeper destroyed by wax moths in 1959, which represents an estimated loss of \$ 133 per beekeeper<sup>2</sup>. Most of the losses were in weak or dead colonies. Besides the loss of combs, considerable labor is required to clean infested frames and hives.

<sup>1</sup> In cooperation with Louisiana State University.

<sup>2</sup> Information supplied by Frank A. Robinson, University of Florida, from a poll of 150 beekeepers.

In addition to attacking the combs of the honey bee, the wax moth is a pest of stingless bees in Brazil (Nogueira-Neto 1953). J. T. Medler<sup>3</sup> stated that he has occasionally found wax moth larvae in bumble bee nests in Wisconsin. However, neither Plath (1934) nor Sladen (1912) list the wax moth as an enemy of bumble bees. Walrecht (1958) reported that wax moth larvae had been seen in nests of the wasps *Vespa* and *Vespula*. A search may reveal other hosts, but on the basis of present information we believe that the wax moth is dependent chiefly upon honey bee colonies for food.

Most beekeepers believe that the wax moth larvae digest beeswax. However, Haydak (1936) and El Sawaf (1950) have shown that beeswax is not needed in their diet. In an attempt to learn whether larvae used the wax they ingested, Dickman (1933) chemically analyzed honey comb and larval excreta. His results and those of a recent analysis by F. L. Bonner<sup>4</sup> show that old combs contain much material other than beeswax (see table 1). This probably consists of feces, cocoons, cast skins, pollen, and propolis. There were large variations in the percentage of wax in samples from the same comb and between different combs. Since the same amount of brood is not reared in all cells, part of the variation may have been caused by the portions used for the analysis. The excreta replicates gave close agreements within samples, but there was wide variation between samples.

Table 1.  
Percentage of beeswax in honey comb and excreta of wax moth larvae.

Investigator	Material	Number of Samples	Number of replicates	Percent of Wax
Dickman .....	Old comb	6	1	41.82
	Excreta	1	1	51.9
Bonner .....	New comb	1	3	97.71
	Old comb	6	3 or 4	65.03
	Excreta	4	3 or 4	61.25

According to Brues *et al.* (1954), most members of the *Pyralididae*, which include *Galleria*, live on some form of plant material. The present writer attempted to rear wax moth larvae on such common materials as dead grass, white clover chaff, seed heads of sorghum, and sections of corn and sugarcane stalks. He also used oat meal, corn meal, pollen alone and in mixtures with these materials, powdered corn protein, and wasp nests (*Polistes* sp.). No adult moths were obtained. When he placed 30 larvae in vials containing cast skins from an old comb, one full-sized and one undersized moth were produced.

Attraction to food

Paddock (1918) reported that pieces of honeycomb in decoy hives for 3 months in Texas did not become infested by wax moths. In laboratory tests of the attraction of wax to moths Noel (1934) found that of 69 females 14 stayed in the central area of the testing apparatus, 12 went to corrugated paper, and 43 went to comb. The author conducted a test in the Baton Rouge area to learn how soon moths would find old brood combs. Test combs were first held at -18° C, for 2 weeks in order to kill any

<sup>3</sup> Personal communication, College of Agriculture, University of Wisconsin.  
<sup>4</sup> Associate Chemist, Feed and Fertilizer Laboratory, Louisiana State University, She used AOAC Method 22.25 (8th ed.). Personal communication.

infestation. A few of these combs were then kept in the laboratory at room temperature for 8 months, but did not show the presence of any stage of the wax moth. Others were placed in five small hives at different locations on July 27. Small larvae were found in one hive each on September 2, 10 and 20, and in the fourth hive on November 3. The combs in the fifth hive, at the edge of a woods about  $1\frac{1}{2}$  mile from a small apiary and 1 mile from a larger one, had no wax moth damage at the end of 11 months, when the hive was removed. This test showed that wax moths can find combs in decoy hives within a short time. It is probable that odor from the combs attracts moths.

Other combs widely spaced in hive bodies were exposed so that light and moving air could reach all parts, in an apiary where wax moths were normally present. There was no wax moth damage in these combs over a period of 10 months. By that time the combs had deteriorated so badly from mold and weathering that they were unfit for use. According to S. E. McGregor<sup>5</sup>, some beekeepers in the Southwestern States stack supers of empty honeycombs in the open air during the inactive season with no injury from wax moths if there is plenty of air circulation between combs.

The tests suggest that covered combs are attractive to moths and that combs exposed to the open air are not suitable for the growth of larvae. The presence of larvae in combs presupposes egg laying, but their absence shows only that if eggs were laid they did not develop.

A screen cage, the outer surface of which was smeared with tanglefoot, was baited with an old black comb and set up in an apiary. No wax moths were caught on the sticky surface during a 6-month period. It is possible that the tanglefoot odor was a stronger repellent than the attractant odor from the comb. According to Miner (1850), the moths could be caught in white vessels containing milk. At Baton Rouge no moths were caught in dishes of milk placed either in decoy hives containing old combs or on top of hives.

### Response to Light

When moths were liberated within the laboratory, some flew directly to the windows and others to the walls or ceiling. In a windowless room some flew to an electric light while others alighted on the walls or ceiling. Moths clinging to the inside surface of a screen cage were not repelled when an electric light was momentarily touched against the outside of the screen, opposite the insect. These observations did not reveal any consistent reaction of the moths to light. Females kept under constant artificial light from the time of emergence produced fertile eggs; so it is assumed that light did not prevent mating.

Paddock (1918) reported that wax moths were not caught at a lighted kerosene lantern or an acetylene lamp. Frost (1958) failed to report the capture of wax moths in a black-light trap operated in Pennsylvania, although many other moths were taken. Taylor and Nickerson (1943) stated that the general response of the wax moth eye to electrical stimuli is of the "night type". At Baton Rouge an insect trap lighted on successive nights with white, red, blue, and mercury-vapor black light<sup>7</sup> was operated in an apiary where wax moths were normally present. No wax moths were caught in the trap during 12 months, although many other moths, honey bees, and other

<sup>5</sup> Apiculturist, U.S. Bee Culture Research Laboratory, Tucson, Ariz. Personal communication.

<sup>6</sup> Head of Bee Culture Research Investigations, Madison, Wis. Personal communications.

<sup>7</sup> General Electric Application Engineering pamphlet, LS-103, 1956.



insects were taken. The mercury-vapor black light transmitted wave lengths of 3000 to 7600 angstrom units. It is not known whether shorter wave lengths would lure wax moths into an insect trap. Since these moths are not normally seen in daylight, it seems safe to assume that longer wave lengths would be unattractive.

### Behavior of Moths in Cages

Borchert (1938) reported that the adults do not feed. An experiment was conducted at Baton Rouge to determine whether water, honey, or certain sugars prolonged the life of caged moths. Moths that emerged from cocoons within a 24-hour period were put into 3 × 3 inch screened cages, 12 per cage. One cage had water available; a second cage had water and honey; and a third had water and a dry mixture of pollen, dextrose, levulose, and mannose. None of the moths were seen taking water or food. During the day they generally clung to the sides of the cages. Occasionally, for no apparent reason, a moth might change its position. If it came into contact with another moth, there would be a brief flurry and then all would become quiet. The moths given only water lived from 1 to 21 days and nine died within the first 12 days. The moths provided with water and honey lived from 5 to 24 days. Three moths in the cage provided with water and the dry mixture died on the third day and the last one on the 21st day. Since the number of moths per cage was small, it is believed that the differences observed between tests were not significant. Destouches (1921) reported that at a constant temperature of 37° C wax moths lived 7 days whereas at alternating temperatures of 1° C and 37° C they lived 30 to 35 days.

### Behavior of Wax Moth Larvae in Water

Several tests were made on the effect of immersing infested honeycombs in water for different lengths of time. All the larvae were not killed in combs kept under water for as long as 24 hours. It is believed that the survivors may have been in air bubbles trapped in the comb cells. Live larvae of different sizes lived only a few minutes when removed from combs and dropped into a beaker of water.

Even 1 part of 5-per cent vinegar in 100 parts of water caused larvae to leave the combs more rapidly than water alone. Again, all the larvae did not leave the combs immersed in the vinegar solution. The increased activity of larvae caused by vinegar suggests a repellent effect.

### Effect of Temperature upon Different Stages of the Greater Wax Moth

Adults, cocoons containing larvae or pupae, and larvae of different sizes were exposed to different temperatures for varying lengths of time. Ten adults, 50 cocoons, and 25 larvae were used in each test.

All the adults survived when held at 36° C for 24 hours, but none survived 46° for 17 hours or -10° for 1 hour.

One moth emerged from cocoons held at 5° C for 2 hours, but none from cocoons held at 5° for 4 hours, but strangely a few emerged from cocoons held at -10° for 24 hours. The apparent discrepancy here in temperature and time lethal to moths may be explained by their stage of development at the time of treatment.

A few larvae nearly ready to spin cocoons survived when held at 46—47° C for 24 hours, but none when kept at -10° for 3 hours. Most small larvae (about half grown) held at 41° for 24 hours survived, but none of those at 45° for 24 hours. Andrews (1922) reported that 45° killed all larvae, but did not give their size or age.

The results indicate that mature larvae are more resistant to both low and high temperatures than small feeding larvae. Additional tests are needed to determine the resistance of the stages within the cocoons. It is unlikely that the usual temperatures that prevail in the Southern States will destroy the different stages.

#### LITERATURE CITED

- ANDREWS, J. E., 1922. Some experiments with the larva of the wax moth *Galleria mellonella* L. Trans. Wisconsin Acad. Sci., Arts and Lett. 20, 255—261. — BEVAN, E., 1827. The honey-bee; its natural history, physiology and managements. 404 pp. Van Voorst, London. — BORCHERT, A., 1935. Zur Biologie der großen Wachsmotte (*Galleria mellonella* L.). Zool. Jahrb. Abt. f. System. Okol. u. Geog. Tiere 5, 380—400. — BORCHERT, A., 1938. Wax moths and their control. Amer. Bee Jour. 78 (8), 374—375. Translated by E. C. Alfonsus. — BRUES, C. T., MELANDER, A. L., and CARPENTER, F. M., 1954. Classification of Insects. Univ. Mus. Comp. Zool. Harvard Bul. 108, 917 pp. Cambridge, Mass. — DESTOUCHES, L., 1921. Prolongation de la vie chez les *Galleria mellonella*. Comptes Rendus Acad. Sci. Paris 172, 998—999. — DICKMAN, A., 1933. Studies on the wax moth, *Galleria mellonella*, with particular reference to the digestion of wax by the larvae. Jour. Cell. and Compar. Physiol. 3 (2), 223 to 246. — EL SAWAF, S. K., 1950. The life history of the greater wax moth (*Galleria mellonella* L.) in Egypt, with special reference to the morphology of the mature larvae (Lepidoptera: Pyralidae). Soc. Fouad Ier d'Entom., Bul. 34, 247—297. — FORBES, W. T. M., 1923. The Lepidoptera of New York and neighboring States. New York (Cornell) Agr. Expt. Sta. Mem. 68, 729 pp. — FROST, S. W., 1958. Traps and lights to catch night-flying insects. Proc. 10th Internat. Cong. Ent. (1956), 583—587. — HARBISON, W. C., 1860. Bees and beekeeping. 288 pp. C. M. Saxton, New York. — Haydak, N. H., 1936. Is wax a necessary constituent of the diet of the wax moth larvae? Ann. Ent. Soc. Amer. 3, 223—246. — Imms, A. D., 1948. A general textbook of entomology, 727 pp. Dutton, New York. — MILUM, V. G., and GEUTHER, H. W., 1935. Observations on the biology of the greater wax moth, *Galleria mellonella* L. Jour. Econ. Ent. 28, 576—578. — MINER, T. B., 1850. The American bee keeper's manual. 2nd ed., 349 pp. C. M. Saxton, New York. — NIEMIERKO, W., and WLODAWER, P., 1950. Studies in the biochemistry of the waxmoth (*Galleria mellonella*). Acta Biol. Exptl. 15, 69—78. — NOEL, L., 1934. Observations sur la ponte de la grande teigne des ruches, *Galleria mellonella*. Bull. Soc. Zool. France 59, 436—447. — NOGUEIRA-NETO, P., 1953. A criação de abelhas indígenas sem Ferraõ. 280 pp. Chacaras e Quintais, Sao Paulo, Brazil. — OERTEL, E., 1945. Historical notes on honeybees and beekeeping in Louisiana and other Southern States. Proc. Louisiana Acad. Sci. 9, 71—76. — PADDOCK, F. B., 1918. The Beemoth or Waxworm. Texas Agric. Expt. Sta. Bull. 231, 38 pp. — PADDOCK, F. B., 1924. International notes on the bee moths. Iowa State Apiarist Rept., 92 pp. — PADDOCK, F. B., 1936. The chronological distribution of the beemoth. Jour. Econ. Ent. 19, 136—141. — PELLETT, F. C., 1938. History of American beekeeping. 213 pp. Collegiate Press, Ames, Iowa. — PLATH, O. E., 1934. Bumblebees and their ways. 201 pp. Macmillan, New York. — SKAIFE, S. H., 1954. African insect life. 387 pp. Longmans Green, London. — SLADEN, F. W. L., 1912. The humble-bee. 283 pp. Macmillan, London. — TAYLOR, I. R., and NICKERSON, M., 1943. Features of the electrical response of the beemoth eye. Physiol. Zool. 16, 213—322. — VOHRINGER, K., 1934. Morphologische und biologische Untersuchungen am Falter der Großen Wachsmotte (*Galleria mellonella* L.). Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. u. Ontogen. Tiere 58, 275—302. — WALRECHT, B. J. J. R., 1958. Similarity of the building instinct of social bees and wasps. Levende Natur 61 (3), 70—72. Reported in Bee World 40 (12), 317. — WATERHOUSE, D. F., 1957. Digestion in insects. Ann. Rev. Ent., v. 2 pp. 1—18. — WHITCOMB, W., 1936. The wax moth and its control. U. S. Dept. Agric. Cir. 386, 13 pp.

E. OERTEL: Behavior studies of the greater wax moth

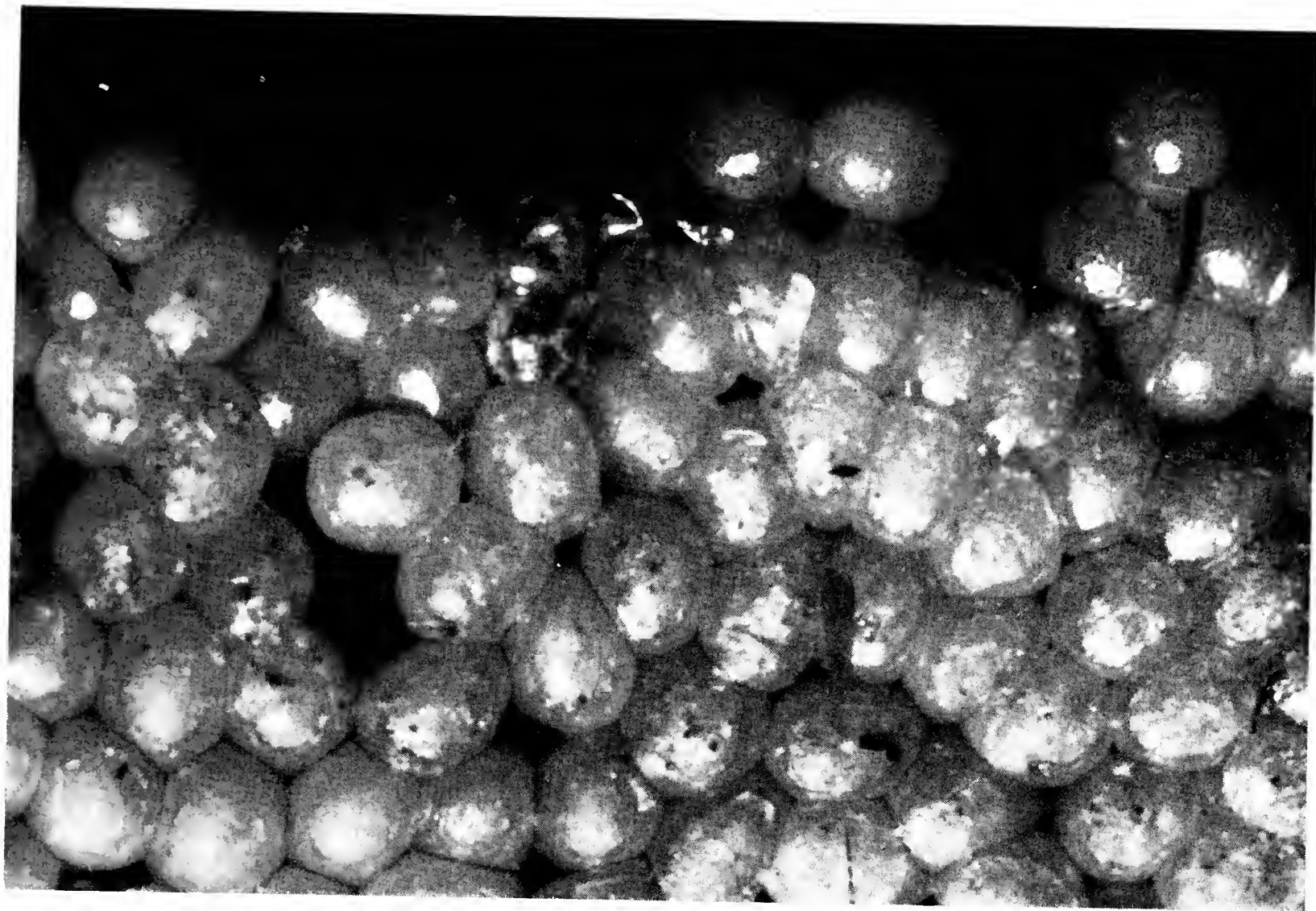


Plate 1.—Eggs of the greater wax moth,  $\times 50$ . Photo by J. H. Roberts.

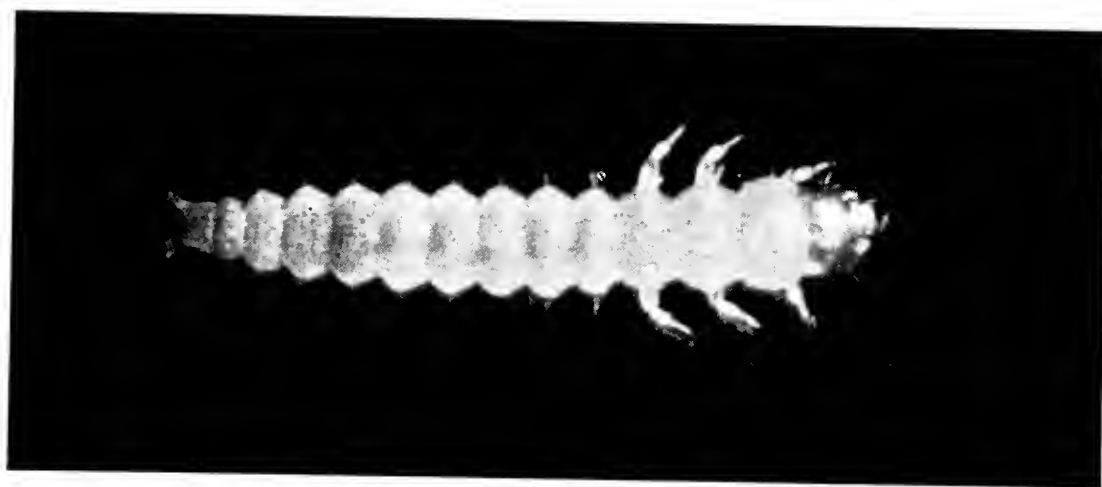


Plate 2.—Just hatched larva of the greater wax moth,  $\times 50$ . Photo by J. H. Roberts.





**LE COMPORTEMENT DES CIRIÈRES D'APIS MELLIFICA  
DEVANT UN „THEME“ DE CONSTRUCTION.  
LE RÔLE DES DESTRUCTIONS ET DES RECONSTRUCTIONS  
DES RAYONS**

R. J. DARCHEN

Manuskript nicht eingelangt.

**SQUASH YIELDS FROM DIFFERENT NUMBERS  
OF HONEY BEE COLONIES PER ACRE**

D. O. WOLFENBARGER

Manuskript nicht eingelangt.

**DIE CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG  
DES SIEBRÖHRENSAFTES**

H. ZIEGLER

Botanisches Institut der Technischen Hochschule, Darmstadt

Es besteht heute kein Zweifel mehr, daß der Ferntransport der Assimilate in den höheren Pflanzen in den Siebröhren bzw. -zellen des Phloems erfolgt. Die reifen, funktionsfähigen Siebröhren sind kernlose Zellen, in denen ein schmaler Plasmaschlauch ein großes, zellsafterfülltes Lumen umschließt. Die einzelnen Siebröhrenglieder sind durch die Siebplatten voneinander getrennt und miteinander verbunden. Die Poren dieser Siebplatten sind nach elektronenoptischen Befunden von einem Plasmapfropfen erfüllt, der aber submikroskopische Porensysteme aufweist.

Es gilt heute zwar noch nicht als widerspruchsfrei erwiesen, ist aber doch kaum zweifelhaft, daß der Stofftransport in den Siebröhren durch eine Strömung des Zellsaftes mit den in ihm gelösten Stoffen durch zahlreiche einzelne Siebröhrenglieder, als „Massenströmung“, erfolgt. Mit der Analyse des Siebröhren-Zellsaftes werden demnach tatsächlich die in der Pflanze wandernden Substanzen erfaßt, nicht nur der Inhalt eines abseits der eigentlichen Wanderwege liegenden Stoffspeichers. Verleiht diese Feststellung der chemischen Untersuchung des Siebröhrensaftes vom Standpunkt der Pflanzenphysiologie besonderes Gewicht, so ist sie für den Entomologen, der sich für die Beschaffenheit der Nahrung phloemsaugender Insekten interessiert, nicht von entscheidender Bedeutung. Es bestand ja hier wohl kaum ein Zweifel, daß es der Zellsaft der Siebröhren ist, der von den Tieren aufgenommen wird.

Bei vielen Pflanzen, besonders bei Bäumen, besitzen die Siebröhren im funktionsfähigen Zustand zu bestimmten Zeiten einen hohen Turgordruck, so daß beim Anschneiden des Phloems der Siebröhrensaft herausgepreßt wird und auf diese Weise leicht gewonnen werden kann (Th. Hartig, 1860). Laubwerfende Bäume lassen in Mitteleuropa Saftaustritt etwa ab Mitte Juli (bis zum Laubfall) erkennen, immergrüne das ganze Jahr.

Daß der auf diese Weise gewonnene Saft bei seinem Durchtritt durch die Rinde nicht merklich durch Ausspülen von Inhaltsstoffen verändert wird, konnten wir durch Vergleich der Zusammensetzung des auf diese Weise (bei *Salix purpurea*) gewonnenen Saftes mit reinem, mittels der Mundwerkzeuge von *Tuberolachnus salignus* erhaltenem, sichern. Unsere Analysen beziehen sich daher zumeist auf Saft, der durch Anschneiden des Phloems gewonnen worden war.

Der Siebröhrensaft ist eine klare Flüssigkeit von stets leicht bis mäßig alkalischer Reaktion ( $p_H$  7,4—8,7). Diese Reaktion wird durch das Überwiegen starker Ionen in der Kationenfraktion (K, s. u.) und schwacher in der Anionenfraktion (Phosphat, org. Säuren) hervorgerufen. Bei vielen Bäumen fällt in dem klaren Saft nach einiger Zeit ein Niederschlag aus, der durch Kondensation von Gerbstoffvorstufen zustande kommt.

Der von diesem Niederschlag befreite Saft enthält im Durchschnitt etwa 15—30% Trockensubstanz, davon 1—3% Asche.

Weitaus der größte Teil dieser Trockensubstanz ist Zucker. Nach der Art der Zucker sind 4 Gruppen von Arten zu unterscheiden (vgl. auch Zimmermann, 1960):

1. Arten, die nur Saccharose enthalten.
2. Arten, die neben Saccharose noch geringe Mengen höherer Zucker besitzen.
3. Arten, die vorwiegend höhere Zucker aufweisen.
4. Arten, die neben den Zuckern noch den Zuckeralkohol Mannit bilden.

In diese Gruppen lassen sich alle bisher untersuchten, schon recht zahlreichen Arten einordnen, auch die neuerdings von Zimmermann (noch unpubliziert) auf Kuba untersuchten 220 Arten aus 47 Familien.

Bei den höheren Zuckern handelt es sich um Oligosaccharide, bei denen an Saccharose ein bis drei Moleküle Galaktose angefügt sind: Raffinose, Stachyose, Verbascose. Da sich im Phloem Uridindiphosphatglukose (UDPG) nachweisen ließ (Ziegler, 1960), ist die Entstehung dieser Verbindungen verständlich: UDPG kann durch das Enzym Galaktowaldenase in Uridindiphosphatgalaktose umgewandelt werden, welche die Galaktosegruppe auf die Saccharose übertragen kann.

Die Konzentration des Zuckers in den Siebröhren liegt meist zwischen 10 und 30%. Während sie im Laufe eines Tages in einer bestimmten Höhe eines Stammes charakteristische Schwankungen im Zusammenhang mit der Assimilationsleistung der Krone aufweist, ist sie über die Vegetationsperiode hinweg auffallend konstant. Zapft man Siebröhrensaft aus verschiedenen Stammhöhen, so läßt sich im Normalfall ein deutlicher Konzentrationsgradient basalwärts feststellen. Die wandernden Substanzen werden unterwegs ja zum Teil durch die nichtassimilierenden Gewebe entnommen.

Gegenüber den Kohlehydraten tritt der Gewichtsanteil der Stickstoffverbindungen im Siebröhrensaft stark zurück. Bei den Weiden fand Mittler (1958) im Rüsselexsudat zur Zeit der Knospenschwellung 2 mg Gesamt-N/ml, während der Blättentfaltung 1,2 mg, danach 0,3 mg und während der Blattvergilbung 1,3 mg. Ähnliche Verhältnisse finden

sich auch bei anderen Bäumen. Von diesem Gesamtstickstoff ist etwa die Hälfte Proteinstickstoff.

Die Konzentration des Trichloressigsäure-löslichen Stickstoffs nimmt in den Siebröhren der Bäume basalwärts ab. Der größte Teil dieser Fraktion besteht aus Aminosäuren und Amiden. Die einzelnen untersuchten Pflanzenarten unterscheiden sich qualitativ und quantitativ voneinander und auch innerhalb derselben Art zeigen sich wesentliche Unterschiede zu verschiedenen Zeiten der Vegetationsperiode. Die mengenmäßig bedeutendsten Aminosäuren bzw. Amide sind gewöhnlich Glutaminsäure/Glutamin und Asparaginsäure/Asparagin.

Einige Pflanzenarten weisen aber auch spezielle Stickstoff-Wandersubstanzen in den Siebröhren auf. So haben die Arten der Gattungen *Acer*, *Platanus* und *Aesculus* die Ureide Allantoin und vor allem Allantoinsäure im Siebröhrensaft, und zwar in einer Konzentration von etwa 0,3—1 mg/ml, im Durchschnitt zu etwa 15% des gesamten löslichen Stickstoffs. In der Wanderrichtung nimmt dabei sowohl der Gesamtallantoin-gehalt als auch der Anteil der Allantoinsäure zu.

Bemerkenswerterweise ist die Konzentration der genannten Ureide im Siebröhrensaft von panaschierten Ahornen wesentlich höher (etwa 200%); bekanntlich enthalten diese Formen auch in den Blättern wesentlich größere Mengen löslichen Stickstoffes.

Bei Arten der Gattungen *Betula*, *Carpinus*, *Alnus* und *Juglans* tritt Citrullin, ein anderes Ureid, in größerer Menge im Siebröhrensaft auf.

An organischen Säuren konnten wir im Siebröhrensaft verschiedener Bäume Brenztraubensäure,  $\alpha$ -Ketoglutarsäure, Oxalessigsäure,  $\alpha$ -Ketobuttersäure, Zitronensäure, Weinsäure und Äpfelsäure nachweisen. Ihre Konzentration ist aber sehr gering (um 1  $\gamma$ /ml).

Erwähnt werden müssen noch die Vitamine. Es ist klar, daß im Phloem einer bestimmten Pflanze zumindest alle die Vitamine wandern müssen, welche die betreffende Wurzel nicht selbst synthetisieren kann. Buchberger (1952) fand für *Tilia platyphyllos* und *Quercus borealis*  $> 45 \gamma$  Aneurin/100 g Saft-Frischgewicht und Schwarz (siehe Fink, 1952) stellte im Siebröhrensaft von *Quercus borealis* mittels des *Tribolium*testes reichlich Nicotinsäure, wenig Aneurin, wahrscheinlich etwas Pyridoxin, das Fehlen von Riboflavin und Pantothersäure fest.

Von uns wurde bisher bei 17 verschiedenen Arten auf Pantothersäure und bei 7 Arten auf Nicotinsäure mikrobiologisch quantitativ getestet. Die Schwankungen zwischen den verschiedenen Arten sind außerordentlich groß; sie bewegen sich bei der Pantothersäure zwischen 0,02  $\gamma$ /ml (*Tilia petiolaris*) und 7,2  $\gamma$ /ml (*Robinia pseudoacacia*); beim Nicotinsäureamid zwischen 1,55  $\gamma$ /ml (*T. petiolaris*) und 8,5  $\gamma$ /ml (wieder *R. pseudoacacia*). Auch im Roteichensaft stellten wir im Gegensatz zu Schwarz ansehnliche Mengen von Pantothersäure fest (1,15  $\gamma$ /ml).

Unter den Salzen des Siebröhrensaftes ist bei den Kationen das Kalium mit Abstand am stärksten vertreten. Unsere Analysen wurden bisher bei 10 verschiedenen Arten durchgeführt und ergaben Werte zwischen 750 und 3400  $\gamma$ /ml. Magnesium fand sich in Mengen von 100—550  $\gamma$ /ml, während Natrium ( $< 10 \gamma$ /ml) und Calcium (um 20  $\gamma$ /ml) ganz auffallend zurücktreten. Bei den Anionen überwiegt das Phosphat. Seine Konzentration liegt in der Größenordnung von 300—500  $\gamma$ /ml. Nitrat und Sulfat sind nicht nachweisbar — Stickstoff und Schwefel wandern offensichtlich ausschließlich in organischer Form. Chlorid ist in geringen Mengen vorhanden.

An Spurenelementen konnte Tammes (1958) im Siebröhrensaft der Palme *Arenga* Kobalt, Kupfer, Eisen, Molybdän, Mangan und Zink nachweisen; wir fanden bei

Robinia außerdem Aluminium, Titan und Silicium. Nicht nachweisbar waren hier Blei, Zinn, Beryllium, Tantal, Rubidium, Thallium und Bor.

Unsere Kenntnisse über den Chemismus des Siebröhrensaftes sind vorerst noch sehr fragmentarisch, doch ist zu hoffen, daß auf diesem Gebiet in nächster Zeit erhebliche Fortschritte erzielt werden.

#### LITERATUR

BUCHBERGER, W.: *Phyton* 4, 101 (1952). — FINK, R.: *Z. Morph. u. Ökol. d. Tiere* 41, 78 (1952). — HARTIG, T.: *Allg. Forst- u. Jagdztg.* 36, 257 (1860). — MITTLER, T. E.: *J. Exptl. Biol.* 35, 74 (1958). — TAMMES, P. M. L.: *Acta bot. neerl.* 7, 233 (1958). — ZIEGLER, H.: *Naturwiss.* 47, 140 (1960). — ZIMMERMANN, M. H.: *Ann. Rev. Plant Physiol.* 11, 167 (1960).

## WHAT AFFECTS THE AMOUNT OF HONEYDEW EXCRETED BY APHIDS?

TOM E. MITTLER

Bee Research Institute, Strodum, Denmark

Present address: Dept. of Entomology and Parasitology, University of California, Berkeley

The rate of flow of plant sap into and through an aphid, and hence the aphid's rate of honeydew excretion depends on: a) the forces available for furthering the flow of fluid into and through the aphid system, and b) the resistance to this flow by the various components of the system.

In order to get a clearer insight into how these components may affect the rate of honeydew excretion an analogy is made between the flow of fluid through the plant-aphid system and the passage of an electric current through a circuit, in which the phloem sieve-tubes of the host-plant are represented by a battery of voltage  $V_1$  and internal resistance  $R_0$ , the aphid's stylets by a resistance  $R_1$ , the cibarial-pharyngeal "suction-" or "force-pump" within the aphid's head by a battery of voltage  $V_2$  and internal resistance  $R_2$ , the intestine by a resistance  $R_3$ , which—for those aphid species having the gut complexity known as the "filter-chamber"—has a resistance  $R_4$  in parallel with it, while the rectum is represented by a variable resistance  $R_5$ . Finally, the loss of water by evaporation from the aphid is represented by a resistance  $R_6$  in parallel with  $R_5$ . These components may be related to the flow ( $C$ ) through the entire plant-aphid system by the formula:

$$C = \frac{\text{total potential}}{\text{total resistance}} = \frac{V_1 + V_2}{R_0 + R_1 + R_2 + \frac{R_3 \times R_4}{R_3 + R_4} + \frac{R_5 \times R_6}{R_5 + R_6}}$$

Although the circuit and formula are highly idealized it is clear that variation in any one of the components will affect the overall flow rate through the plant-aphid system and hence also the honeydew excretion rate. One may speculate therefore how various biological and physical factors may influence the excretion rate by increasing or decreasing the value of one or more of the variable components of  $V$  and  $R$ .

*Photosynthesis*: Increases  $V_1$  by raising the osmotic turgor pressure of the phloem sieve-tube sap. It is known to increase the frequency of honeydew excretion (Leonhardt, 1940), and probably also increases the rate of honeydew excretion.



*Wilting and plant damage:* Reduces V1 so that sap flow and excretion is reduced or ceases (Mittler, 1957; Weatherley *et al.*, 1959).

*Dormancy of plant:* May increase R0 to such a level that normal sap flow and hence excretion is minimal (Mittler, 1957).

*Crowding of aphids:* Reduces V1 and thus the excretion rate (Smith, 1937; Schaefer, 1938).

*Increase in size of aphid:* May increase V2; reduces R1 (Mittler, 1957) and probably also R2, R3, R4, R5 and R6; hence, an overall increase in the rate of honeydew excretion (Auclair, 1958; Mittler, 1958).

*Increase in temperature:* May primarily increase V2 and reduce R2 (the latter being considered as a kind of "safety" or control valve, normally restricting the flow to a below maximum level). Small decreases in R0, R1, R2, R3, R4 and R5 may also result from the slight reduction in viscosity of the sap with increase in temperature. R5 is probably further reduced as the frequency with which honeydew droplets are excreted increases with temperature (Smith, 1937; Mittler, 1958). It is assumed that as the rectum gradually fills with honeydew there is an increase in back-pressure; hence, the more frequently the rectum empties the lower may be the resistance to the flow into it and through the whole system. R6 is, however, also reduced (Mittler & Sylvester, 1961) and may balance the increase in the excretion rate when the temperature reaches a certain high (Smith, 1937).

*Exposure to wind:* Probably increases R5 by reducing the frequency of excretion (Broadbent, 1951; Mittler, 1958). A reduction in R6 may further reduce the rate of honeydew excretion.

*Attendance of ants:* As with temperature increase, V2 may increase and R2 may decrease. Conversely to the effect of wind, a decrease of R5 may result from the increase in the frequency of excretion (Herzig, 1937) and contribute to the overall increase in the rate of honeydew excretion (Herzig, 1937; Banks & Nixon, 1958).

*Carbon-dioxide anaesthesia:* Reduces V2 to zero, and may give R2 and R5 maximum values, thus resulting in a cessation of flow (Mittler, 1957).

*Decrease in humidity:* A reduction in R6 (Mittler & Sylvester, 1961) may be expected to reduce the rate of honeydew excretion, but probably does not affect the amount of sugar, amino-acids, and other solutes excreted per hour.

#### REFERENCES CITED

- BANKS, C. J. and NIXON, H. L. (1958). J. Exp. Biol. 35, 703—711. Effects of the ant, *Lasius niger* L., on the feeding and excretion of the bean aphid, *Aphis fabae* Scop. — BROADBENT, L. (1951). Proc. R. Ent. Soc. Lond. (A) 26, 97—103. Aphid excretion. — HERZIG, J. (1937). Z. ang. Ent. 24, 367—435. Ameisen und Blattläuse. (Ein Beitrag zur Ökologie aphidophiler Ameisen.) — LEONHARDT, H. (1940). Z. ang. Ent. 27, 208—272. Beiträge zur Kenntnis der Lachniden, der wichtigsten Tannenhonigtauerzeuger. — MITTLER, T. E. (1957). J. Exp. Biol. 34, 334—341. Studies on the feeding and nutrition of *Tuberolachnus salignus* (Gmelin) (Homoptera, Aphididae) I. The uptake of phloem sap. — MITTLER, T. E. (1958). Proc. R. Ent. Soc. Lond. (A) 33, 49—55. The excretion of honey-dew by *Tuberolachnus salignus* (Gmelin) (Homoptera: Aphididae). — MITTLER, T. E. and SYLVESTER, E. S. (1961). J. Econ. Ent. 54, 615—622. A comparison of the injury to alfalfa by *Therioaphis maculata* (Buckton) and *Macrosiphum pisi* (Harris). — SCHAEFER, C. W. (1938). J. Agric. Res. 57, 825—841. Physiological conditions which produce wing development in the pea aphid. — SMITH, L. M. (1937). J. Agric. Res. 54, 345—364. Growth, reproduction, feeding, and wing development of the mealy plum aphid in relation to climatic factors. — WEATHERLEY, P. E., PEEL, A. J. and HILL, G. P. (1959). J. Exp. Bot. 10, 1—16. The physiology of the sieve tube. Preliminary experiments using aphid mouth parts.

# PAPIERCHROMATOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN AN EINIGEN HONIGTAU- UND TAUHONIG-ARTEN

A. MAURIZIO  
Liebefeld-Bern, Schweiz

In einer ersten Arbeit habe ich versucht, anhand papierchromatographischer Untersuchungen die Frage abzuklären, ob und welche Zusammenhänge vorhanden sind zwischen dem Zuckerbild des Nektars verschiedener Trachtpflanzen und des daraus entstehenden Honigs (Maurizio 1959, dort weitere Literatur). Das vorliegende Referat ist eine vorläufige Mitteilung über ähnliche Untersuchungen an Honigtauarten und Honigtauhonigen.

Beide Rohstoffe des Honigs, Nektar wie Honigtau, stammen ursprünglich aus der gleichen Quelle, dem Phloemsaft höherer Pflanzen. Während der Nektar direkt von der Pflanze durch das aktive Gewebe der Nektarien abgesondert wird, ist beim Honigtau eine weitere Zwischenstufe, das saugende Insekt, eingeschaltet. Beide Rohstoffe werden von den Bienen gesammelt und in gleicher Weise zu Honig verarbeitet. Aus Nektar entstehen Blütenhonige, aus Honigtau Tauhonige. Häufiger sind, besonders in Mitteleuropa, Mischhonige, an deren Entstehung beide Rohstoffe beteiligt sind.

Die papierchromatographische Untersuchung von Nektar zeigte, daß das Zuckerspektrum, je nach der botanischen Herkunft, sehr verschieden zusammengesetzt sein kann. Als Extreme sind zu nennen, der Nektar von *Rhododendron*-Arten, der als einzigen Zucker Saccharose führt, und Nektar aller bisher untersuchten Cruciferen, der keine oder nur Spuren von Saccharose enthält, neben sehr viel Fruktose und Glukose. Auch das gegenseitige Mengenverhältnis von Fruktose und Glukose kann sehr verschieden sein. In der Regel herrscht Fruktose vor (bis zu 28mal mehr als Glukose), seltener sind Nektararten mit vorherrschender Glukose. Die Frage, ob das Zuckerbild des Rohstoffes (Nektar) im endgültigen Spektrum des Honigs wieder zu finden ist, kann dahin beantwortet werden, daß dies in extremen Fällen zutrifft (z. B. in Sortenhonigen von *Salvia pratensis*, *Robinia pseudacacia*, *Brassica Napus*, *Castanea sativa*, *Tilia* und *Citrus*). Die Mehrzahl der Sortenhonige und alle Mischhonige besitzen dagegen ein ausgeglichenes Zuckerspektrum, in welchem die Besonderheiten der Rohstoffe nicht mehr bemerkbar sind.

Sehr wenig ist bisher über die chemische Zusammensetzung des Honigtaus bekannt. Aus der spärlichen Literatur geht hervor, daß das Zuckerbild des Honigtaus bei verschiedenen Erzeugern sehr große Unterschiede aufweisen kann. Neben den Hauptzuckern treten darin mehrere höhermolekulare Zuckerarten auf, die zum guten Teil noch nicht identifiziert sind (Duspiva 1953, 1954, a, b, Ewart und Metcalf, Gray, Gray und Fraenkel 1953, 1954). Solche höhermolekulare Zucker mit niedrigen  $R_F$ -Werten sind auch im Zuckerspektrum von Honigtauhonigen zu finden. Aus der bienenzüchterischen Praxis ist außerdem bekannt, daß Honigtauhonig in verschiedenen Gegenden und in verschiedenen Jahren ganz unterschiedliche Eigenschaften haben kann, vom schwärzlichen zähflüssigen, langsam kandierenden Weißtannenhonig bis zum schwerschleuderbaren, in den Waben kristallisierenden Lärchen- und Rottannenhonig. Es stellte sich deshalb die Frage, ob die äußeren Eigenschaften und das Zuckerspektrum der Tauhonige in direktem Zusammenhang stehen mit dem für die einzelnen Honigtauerzeuger charakteristischen Zuckerbild des Rohstoffes.

Das verarbeitete Honigtaumaterial stammte zum Teil aus Österreich (Frau Dr. A. Fossel, Dr. F. Ruttner), zum Teil aus Deutschland (Dr. W. Kloft) und aus der Schweiz. Die

verwendete Methodik der Papierchromatographie ist in der oben angeführten Arbeit beschrieben (Maurizio 1959).

Die vorliegende Untersuchung ist noch nicht abgeschlossen und wird erst in einigen Jahren publikationsreif sein. Aus den vorläufigen Resultaten kann geschlossen werden, daß beim Honigtau, ähnlich wie beim Nektar, auf Grund des Zuckerspektrums mehrere Typen unterschieden werden können. In gewissen Honigtauarten herrscht mengenmäßig Saccharose vor, in andern Melezitose oder Raffinose; manchmal sind, neben geringen Mengen anderer Zuckerarten, große negative Flecke zu finden, die wahrscheinlich der Trehalose entsprechen. Je nach den dominierenden zusammengesetzten Zuckerarten ist das Bild der Produkte der enzymatischen Spaltung verschieden gestaltet. In der Regel herrschen darin Fruktose und Glukose vor, nicht selten sind aber Honigtauarten, in welchen Glukose fehlt oder knapp angedeutet ist. In raffinosenreichen Honigtauarten tritt als Abbauprodukt Galaktose auf, in melezitosenreichen die auf der Höhe der Saccharose lokalisierte Turanose.

Im Unterschied zum Nektar, dessen Chromatogramme in der Regel nur die drei Hauptzucker, Fruktose, Glukose und Saccharose, und nur in seltenen Fällen schwache Flecke höhermolekularer Zucker enthalten, zeigen Chromatogramme von Honigtauarten fast immer mehrere Flecke von Oligosacchariden mit niedrigen  $R_F$ -Werten. Über die Frage, ob die verschiedenen Honigtautypen im Zuckerspektrum von Honigtauartigen wieder zu finden sind, kann erst später anhand weiterer Untersuchungen diskutiert werden.

#### LITERATUR

- DUSPIVA, F., Der Kohlehydratumsatz im Verdauungstrakt der Rhynchoten, ein Beitrag zum Problem der stofflichen Wechselbeziehungen zwischen saugenden Insekten und Wirtspflanzen. Mitt. Biol. Zentralanstalt, Berlin-Dahlem 75, 82, 1953. — DUSPIVA, F., Weitere Untersuchungen über stoffwechsel-physiologische Beziehungen zwischen Rhynchoten und ihren Wirtspflanzen. Mitt. Biol. Bundesanstalt, Berlin-Dahlem 80, 155, 1954a. — DUSPIVA, F., Enzymatische Prozesse bei der Honigtaubildung der Aphiden. Verh. D. Zool. Ges. Tübingen, 440, 1954b. — EWART, W. H. and METCALF, R. L., Preliminary studies of sugars and amino acids in the honeydew of five species of coccids feeding on Citrus in California. Ann. Ent. Soc. Am. 49, 441, 1956. — GRAY, R. A., Composition of honeydew excreted by pineapple mealybugs. Science 115, 129, 1952. — GRAY, H. E. and FRAENKEL, G., Fructomaltose, a recently discovered Trisaccharide isolated from honeydew. Science 118: 134, 1953. — GRAY, H. E. and FRAENKEL, G., The carbohydrate components of honeydew. Phys. Zool. 27, 56, 1954. — MAURIZIO, A., Papierchromatographische Untersuchungen an Blütenhonigen und Nektar. Annales de l'Abeille 2, 291, 1959.

## DIE HONIGTAU-ERZEUGER AUF PICEA EXCELSA

A. FOSSEL

Manuskript nicht eingelangt.

# EINE EINFACHE METHODE ZUR ZUCHT VON LACHNIDEN FÜR UNTERSUCHUNGEN IM LABORATORIUM

P. EHRHARDT und W. KLOFT<sup>1, 2</sup>

Institut für Angewandte Zoologie der Universität Würzburg, Vorstand: Professor Dr. K. Gößwald

Die Zucht von Pflanzenläusen im Laboratorium ist in vielen Fällen leicht durchzuführen, vorausgesetzt, daß die betreffende Wirtspflanze in geeignetem physiologischem Zustand angeboten wird. Für verschiedene, in der pflanzlichen Virusforschung als Standardversuchstiere verwendete Aphididen sind geeignete Methoden bekannt. Dagegen gibt für Lachniden lediglich Mittler (1957) eine Zuchtmethode an, die aber nur für die auf *Salix* lebende *Tuberolachnus salignus* (Gmelin) anwendbar ist. Da im Rahmen der Honigtau-Forschung sowie bei Problemen im Zusammenhang mit der Wiedervermehrung der nützlichen Roten Waldameisen (Gößwald, 1951) neben Freiland-Beobachtungen das Arbeiten mit Lachniden unter kontrollierbaren Laborbedingungen zunehmendes Interesse gewinnt, sollen hier einige Hinweise auf von uns erprobte Methoden der Haltung und Zucht von Lachniden im Laboratorium gegeben werden.

Bei der Wahl des Versuchstieres sind neben der Wirtspflanze vor allem die Trophobioseverhältnisse zu beachten. Es gibt Arten, die bisher praktisch stets ohne Ameisen angetroffen wurden, und man darf daher annehmen, daß sich ihr Entwicklungszyklus völlig unabhängig von Ameisen vollziehen kann. Unter den Koniferen-Lachniden gilt dies vor allem für *Cinara pectinatae* (Nördl.) und *Lachniella costata* (Zett.), in geringerem Maße auch für *C. pilicornis* (Htg.) und *C. pruinosa* (Htg.), wobei die beiden letztgenannten Arten durchaus aber auch mit Ameisen angetroffen werden (Kloft, Kunkel & Ehrhardt, 1960; Scheurer, mdl. Mitt.). Die Gründe für das teilweise oder völlige Fehlen von Trophobiose-Beziehungen dürften im einzelnen verschieden sein. Vermutlich verhindert bei *C. pectinatae* vor allem der durch die vereinzelte Lebensweise gegebene Abstand zwischen den Tieren, bei der in Gruppen saugenden *L. costata* besonders die starke Wachsbereifung eine Verklebung durch Honigtau. Entsprechend einfach ist die Zucht dieser Arten möglich. Bei der auf Fichte saugenden *L. costata* sind auf 5—6jährigen eingetopften Fichten von 50 cm Höhe Massenzuchten der parthenogenetisch sich fortpflanzenden Generationen sehr leicht möglich. Die Zuchten wurden bei 20—22° C und 14stündiger Lichtperiode durchgeführt. Die Bäumchen konnten bis zu einem halben Jahre verwendet werden, es ließen sich eine Reihe von Generationen heranziehen, die Bildung einer Geschlechtstiergeneration unterblieb bei Fortdauer der konstanten Bedingungen völlig, die Art ließ sich anholozyklisch auch während des Winters weiterziehen.

Während bei der Zucht von Lachniden ohne obligatorische Trophobiose-Beziehungen nur Wirtspflanzen und Läuse aufeinander abgestimmt werden müssen, ist bei gewöhnlich trophobiotisch lebenden Arten noch die Einschaltung von Ameisen als dritter Faktor erforderlich. Verschiedene Autoren (Herzig, 1937; Banks, 1958; Banks & Nixon, 1958) haben die Beziehungen zwischen Ameisen und Blattläusen experimentell untersucht, dabei aber die Versuche im Freiland an natürlichen Ameisennestern durchgeführt. Da dies oft aus zeitlichen und räumlichen Gründen nicht möglich ist, haben wir eine einfache Anordnung erprobt, die es erlaubt, diese Beziehungen im Labor unter leicht kontrollierbaren Bedingungen durchzuführen. Zu diesem Zwecke wurden die eingetopften Jungpflanzen mit Lachniden besetzt und in die Mitte einer quadratischen

<sup>1</sup> Vorgetragen von W. Kloft.

<sup>2</sup> Durchgeführt mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.



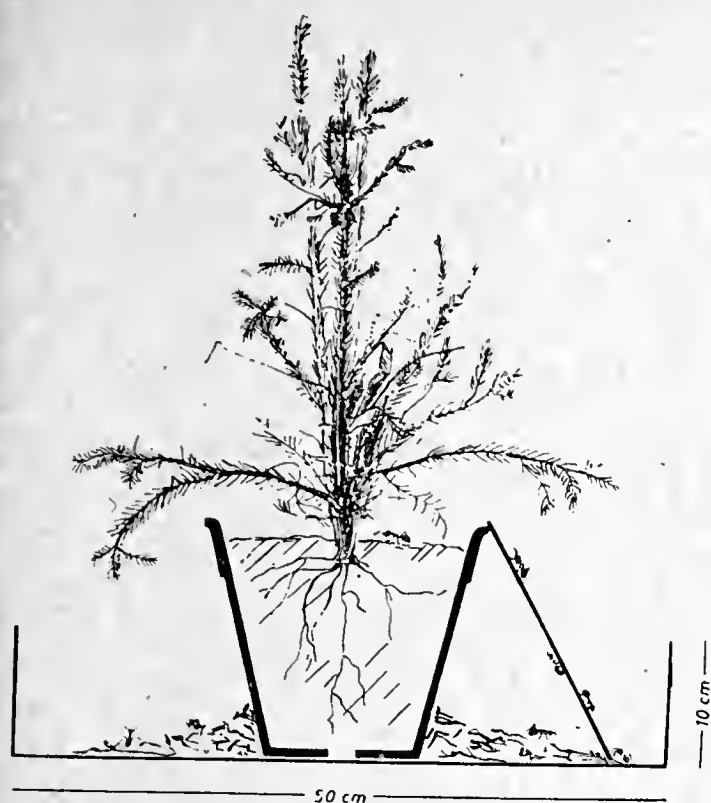


Abb. 1.

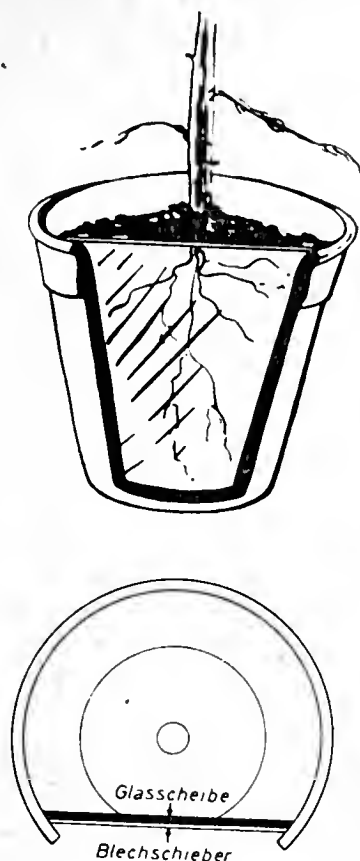


Abb. 2.

Abb. 1. Blechwanne mit eingetopfter Jungfichte zur Zucht von Koniferen-Lachniden. Um den Topf befindet sich ein kleines Ameisennest, über Holzstege können die Ameisen die Pflanze und damit die Lachniden leicht erreichen.

Abb. 2. Blumentopf zur Zucht und Beobachtung von an Wurzeln saugenden Lachniden.

Blechwanne (Abb. 1) gestellt. Um den Topf herum wurde aus dem Freiland eingebrachtes Nestmaterial mit Ameisen ausgeschüttet. Bei einer genügend großen Arbeiterinnenzahl (1000—2000 ♀♀ bei *Formica*-Arten) bauen die Tiere rasch ein Nest zunächst in der Wanne und belaufen über einfache Holzstege nach kurzer Zeit eifrig die Läuse. Die Ränder der nach oben offenen Wanne sind mit flüssigem Paraffin gegen das Entweichen von Ameisen hinreichend zu sichern. Für Lachniden an Fichte und Kiefer, wie sie von uns mit *C. pruinosa* und *C. pilicornis* an Fichte, *C. pini* an Kiefer gezüchtet wurden, sind als Trophobiose-Partner Ameisen aus der hügelbauenden *Formica-rufa*-Gruppe am günstigsten. Von den hierher gehörenden Arten hat sich *Formica nigricans* Em. als besonders robuste Laborameise bewährt. Die für die Ameisen erforderliche Pflege ist denkbar gering. Nachdem sie ihren Kohlenhydratbedarf durch Honigtau decken, wird lediglich von Zeit zu Zeit etwas Insektennahrung zugegeben und das Nestmaterial ab und zu befeuchtet. Auf der anderen Seite gedeihen die Lachniden wegen der ständigen Honigtau-Entfernung und der Stimulation durch den dauernden Ameisenbesuch besonders gut.

Vor allem *C. pruinosa* tendiert ebenso wie im Freiland auch im Laboratorium zur Abwanderung an die Wurzeln der Wirtspflanze. Durch eine einfache Vorrichtung (Abb. 2) sind auch in diesem Falle Lebensweise und Verhalten der Läuse und der sie besuchenden Ameisen zu beobachten. Zu diesem Zwecke wird bei dem später die Pflanze enthaltenden Topf etwa ein Drittel seiner Wand herausgeschnitten und durch eine eingeschobene Glasscheibe ersetzt. Diese wird durch den Druck der dann mit Erde eingetopften Pflanze genügend befestigt. Um die natürliche Dunkelheit zu gewährleisten, wird ein Blechschieber angebracht, der nur bei Beobachtungen hochgezogen wird.

Die hier durchgeführten Versuche wurden bisher lediglich mit Koniferen-Lachniden durchgeführt. Prinzipiell dürften die Versuche auch mit Laubholzlachniden durchzu-

führen sein, wobei jedoch wegen Austriebs und Abwurfs der Blätter auf die Vegetationsperiode der entsprechenden Wirtspflanze geachtet werden muß.

Die von uns erprobten Methoden der Lachnidenzucht erfordern, auch im Zusammenhang mit Ameisen, nur sehr wenig Raum und Aufwand. Sie sind für vielfältige Versuchszwecke brauchbar, etwa zur Beobachtung der Entwicklungsgeschwindigkeit bei konstanten oder veränderten Außenbedingungen, für die Beobachtung des Saugverhaltens, der Trophobiosebeziehungen, zur Ermittlung der Exkretionsrate sowie zur Honigtau-Gewinnung von definierten Stadien. Unter Ausschaltung der Ameisen ist dies leicht zu erreichen durch Einkäfigen der Läuse mittels Kunststoffzylindern. Wie bereits von Herzig (1937) gezeigt und dann von Banks sowie Banks & Nixon mit der Tracer-Methode bestätigt wurde, steigert Ameisenbesuch die Reproduktion (Herzig) und Honigtau-Produktion von Aphiden. Eigene Versuche zur Frage einer damit verbundenen Stoffwechselsteigerung ergaben unter Verwendung der manometrischen Technik eine Erhöhung des  $O_2$ -Verbrauches bei ständig von Ameisen besuchten apteren Imagines von *C. pilicornis* im Vergleich zu nicht von Ameisen besuchten Tieren um 10—15%.

Die hier dargestellten Methoden dürften sich leicht auf andere Blattlausfamilien und andere Ameisen-Gattungen übertragen lassen und könnten zur Lösung mancher damit verbundener Probleme führen.

#### LITERATUR

1. BANKS, C. J., Effects of the ant, *Lasius niger* (L.), on the behaviour and reproduction of the black bean aphid, *Aphis fabae* Scop. Bull. of Ent. Res. 49, 4, 701—714 (1958). — 2. BANKS, C. J. and NIXON, H. L., Effects of the ant, *Lasius niger* L., on the feeding and excretion of the bean aphid, *Aphis fabae* Scop. Journ. Expt. Biol. 35, 4, 703—711 (1958). — 3. GÖSSWALD, K., Die Rote Waldameise im Dienste der Waldhygiene. Metta Kienau Verlag, Lüneburg (1951). — 4. HERZIG, J., Ameisen und Blattläuse. Z. ang. Ent. 24, 367—435 (1957). — 5. KLOFT, W., KUNKEL, H. und EHRHARDT, P., Beitrag zur Lachnidenfauna Mitteleuropas. Beitr. zur Ent. 10, 161—168 (1960). — 6. MITTLER, T. E., Studies on the feeding and nutrition of *Tuberolachnus salignus* (Gmelin) (Homoptera, Aphididae). I. The uptake of Phloem sap. Journ. Expt. Biol. 34, 334—341 (1957). — 7. NIXON, B. A., The association of ants with aphids and coccids. London (1951).

## LACHNIDENBEOBACHTUNGEN IM HARZ WÄHREND DES SOMMERS 1959

STEPHAN SCHEURER

Zoologisches Institut der Universität Halle a. d. Saale, Direktor: Prof. Dr. J. O. Hüsing

Seit März 1958 werden im Harz in einer Höhe von etwa 500 m Lachniden beobachtet, und zwar im Hinblick auf biologisch-ökologische Fragen. Folgende Lachniden sind bis jetzt gefunden worden: *Cinaropsis pilicornis* (Htg.) und *Cinaropsis piceae* (Panz.), die 1959 im Harzgebiet für die Waldtracht von Bedeutung waren, während *Lachniella costata* (Zett.) und *Cinaropsis pruinosa* (Htg.) sich als weniger wichtig erwiesen.

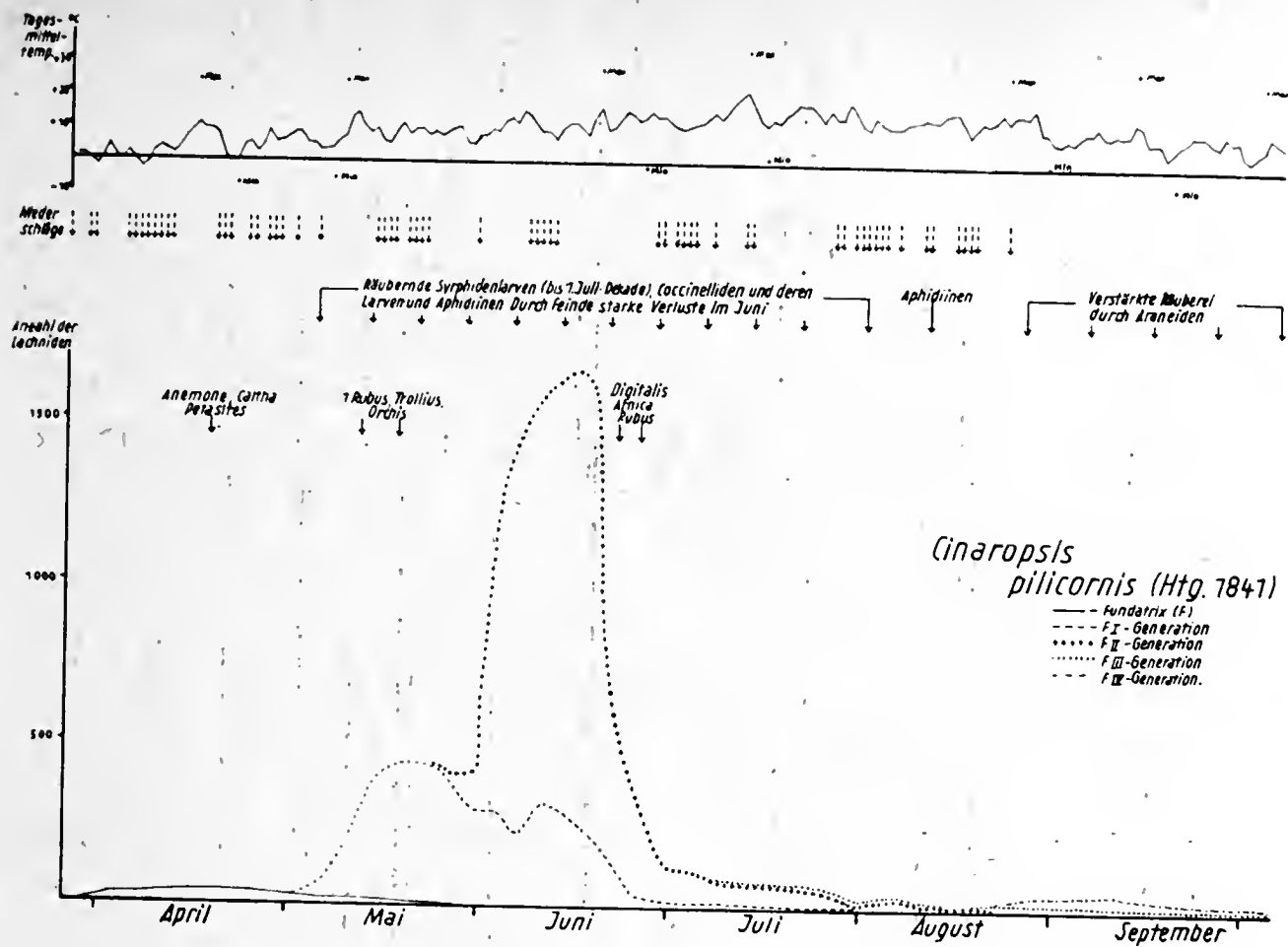


Abb. 1

### Voraussetzung für das „Läusejahr“ 1959

Entscheidend für das Waldhonigjahr 1959 war vermutlich die milde Witterung im Spätsommer und Herbst 1958. Mittlere Tagestemperaturen bis zu  $19^{\circ}\text{C}$  im September und  $15^{\circ}\text{C}$  im Oktober sowie die geringen Niederschläge führten zu einer optimalen Entwicklung der Sexuales-Generation und zu einer starken Eiablage. — Der Winter 1958/59 war ausgesprochen mild, und das Frühjahr setzte zeitig ein. Die Sterblichkeit der Wintereier lag bei den einzelnen Arten wie folgt: *C. piceae* (Panz.) 25%, *C. pilicornis* (Htg.) 40–45%, *L. costata* (Zett.) 40% und *C. pruinosa* (Htg.) 25%.

### Das Schlüpfen der Fundatrices

Zwischen dem 26. und 31. März 1959 begannen die ersten *C. pilicornis* (Htg.) (Abb. 1) und nur ganz wenige *L. costata* (Zett.) zu schlüpfen. Vor dem Schlüpftermin waren keine Minustagesmitteltemperaturen, sondern ein erheblicher Temperaturanstieg zu bemerken. Die Eizeit zählte 175 Tage. *C. piceae* (Panz.) (Abb. 2) und *C. pruinosa* (Htg.) schlüpften am Ende der ersten Aprildekade und später. Deren Eizeit dauerte also etwa 190 Tage. Im Augenblick eines Temperaturanstieges setzte ein beschleunigtes Schlüpfen ein. Mitte April, etwa zur Blütezeit von *Anemone nemorosa* (L.), *Caltha palustris* (L.) und *Petasites hybridus* (L.) waren fast alle Fundatrices geschlüpft.

### Die Lachnidengenerationen bis zur Ausbildung der geflügelten Fundatrigenien

Trotz seiner Temperaturschwankungen zwischen  $0^{\circ}\text{C}$  und  $12^{\circ}\text{C}$  begünstigte der April die weitere Entwicklung der Fundatrices durch seine Temperaturhöchstwerte von  $25^{\circ}\text{C}$  und seine geringen Niederschläge. Die spärlichen Regenfälle und Nachtfröste in der 3. Aprildekade führten bei allen 4 Arten nur zu geringen Verlusten. Schon die Fundatrices bezogen die für die Art charakteristischen Aufenthaltsorte: *C. pilicornis* (Htg.) saugte, da noch kein Maischub vorhanden war, an der Unterseite vorjähriger Triebe, meist einzeln, ohne eine bestimmte Himmelsrichtung zu bevorzugen. *L. costata* (Zett.) fand man vorwiegend an der Unterseite mehrjähriger Triebe in Gruppen

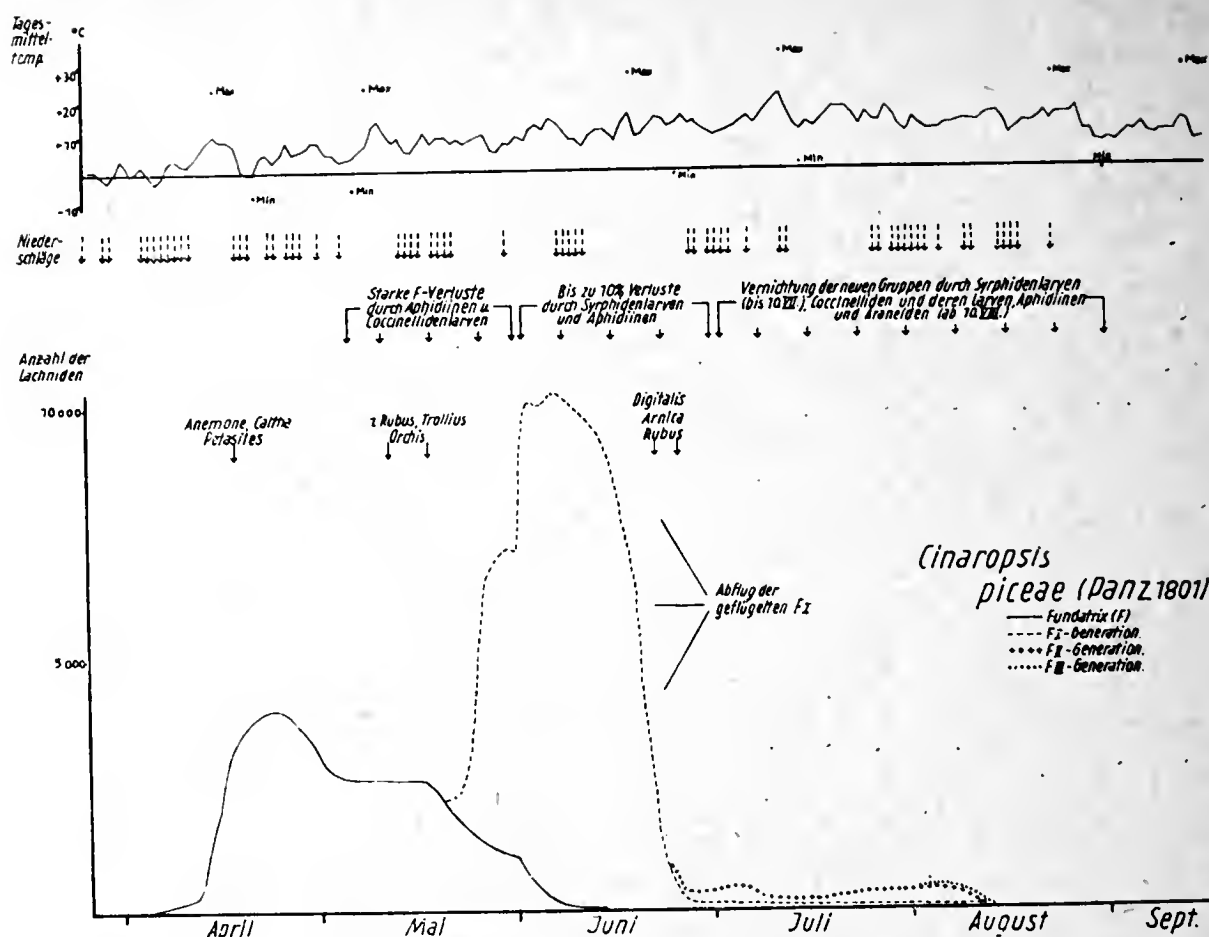


Abb. 2

saugend, sie ist durch ihre Wachswolle besonders auffallend. Die jungen Fundatrices von *C. piceae* (Panz.) und *C. pruinosa* (Htg.) wanderten nach dem Schlüpfen sofort von den vorjährigen Trieben ab und siedelten sich an der Astunterseite an. *C. pruinosa* (Htg.) bevorzugte anfangs die äußere Astregion mit ihren Verzweigungsstellen und *C. piceae* (Panz.) das mittlere und äußere Astdrittel. Diese Lachniden saßen stets in Gruppen zusammen. Ende April saugten diese beiden Arten schon an der Windschattenseite des Stammes junger Bäume, im Hochwald saßen sie dicht gedrängt an den Ästen. *C. piceae* (Panz.) und *C. pruinosa* (Htg.) wurden schon kurz nach dem Schlüpfen von *Formica sanguinea* (Latr.) besucht.

Die Geburt der  $F_I$  fiel in den Mai. Sie erschienen bei *C. pilicornis* (Htg.) (Abb. 1) und *L. costata* (Zett.) in der ersten Maidekade, bei *C. pruinosa* (Htg.) am Ende der ersten Dekade. Am 19. Mai war das  $F_I$ -Maximum bei *C. pilicornis* (Htg.) (Abb. 1) und bei *L. costata* (Zett.) sowie am 25. Mai bei *C. pruinosa* (Htg.) erreicht (Abb. 3). Von einer Fundatrix wurden 25—35  $F_I$  zur Welt gebracht. Die Fundatrices wurden schon im Mai von Coccinelliden- und Syrphidenlarven und *C. pruinosa* (Htg.) besonders von Aphidiinen getötet. In den bodennahen Ästen waren kleinere Verluste durch Regen zu verzeichnen. Die Zahl der Fundatrices hatte bis Ende Mai beträchtlich abgenommen (Abb. 1), die  $F_I$  wurden noch nicht derart ausgeräubert. Bei *C. pilicornis* (Htg.) (Abb. 1) erschienen ab 23. Mai die ersten  $F_{II}$ , deren Zahl bis zum Monatsende ständig zunahm. Bei *L. costata* (Zett.) (Abb. 3) blieb nun eine ausgesprochene Gruppenbildung aus, nur kurze Zeit saßen die  $F_I$  bei der mit Wachswolle bedeckten Fundatrix, bei Erwärmung wanderten sie an zum Teil feuchtere Stellen ab.

*C. piceae* (Panz.) (Abb. 2) hinkte gemäß dem späteren Schlüpfen der Fundatrices auch im Mai in der Entwicklung nach. Die stattlichen Kolonien wurden weniger durch Regen als vielmehr durch Coccinelliden und Aphidiinen stark dezimiert. Diese Lachniden saßen alle am inneren Astdrittel oder an der Windschattenseite des Baumes. Sie wichen auch der direkten Sonneneinstrahlung aus. Erst am Ende der zweiten Maidekade erschienen die  $F_I$ . Im Durchschnitt kommen 5  $F_I$  auf eine Fundatrix, in vielen Fällen



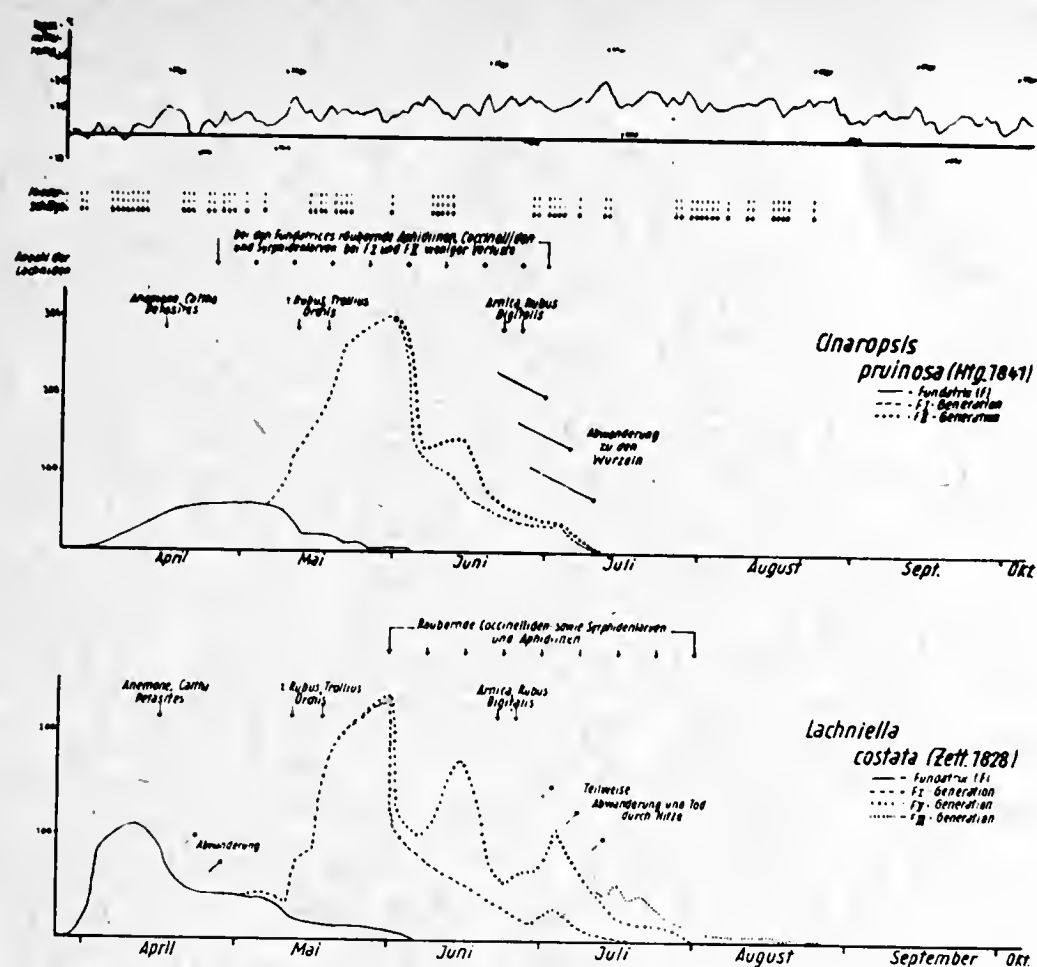


Abb. 3

jedoch bis zu 20  $F_I$ . Diese unterschiedlichen Angaben sind durch die starken Fundatrix-Verluste durch biologische Faktoren begründet (400 Fundatrices sind tot).

Diese Periode, die phänologisch etwa durch die *Trollius europaeus* (L.)- und die erste *Rubus idaeus* (L.)-Blüte gekennzeichnet ist, bildete den Ausgang für das Honigen des Waldes. Zwei Generationen lebten zusammen. Die Honigtauproduktion nahm laufend zu.

Die günstigen Verhältnisse in der Waldtracht erreichten im Juni ihren Höhepunkt. Bei *C. pilicornis* (Htg.) (Abb. 1) sank zwar die Zahl der  $F_I$  durch Regen, aber auch durch Trockenheit und räubernde Feinde bis zum Monatsende auf 60% ab, doch erreichte die  $F_{II}$ -Entwicklung bis zum 16. Juni ihren Gipfel. Dabei wurde das Vermehrungsmaximum wahrscheinlich durch die Hitze, die Feinde und vielleicht veränderte Zusammensetzung der Pflanzensäfte nicht erreicht. Am Monatsanfang kamen noch 10  $F_{II}$ , später nur noch 4–5  $F_{II}$  auf eine  $F_I$ . Eine gleiche Zunahme war auch bei *C. piceae* (Panz.) (Abb. 2) bis in die erste Junidekade hinein zu beobachten. Die fast 8 Wochen alten Fundatrices starben zwar ab, doch stieg bis zum 6. Juni die Zahl der  $F_I$ .

Die erste und zweite Junidekade war also die Trachtperiode im Harz. Riesige Kolonien von *C. piceae* (Panz.) (bis zu 6000 Tiere) saßen an den Ästen und Stämmen. Große *C. pilicornis* (Htg.)-Gruppen saugten an den noch nicht verholzten Mai- und mehrjährigen Trieben der Fichten. Die Entwicklung der Lachniden verlief in den ameisenfreien Gegenden genau so wie in den ameisenreichen. An Nadeln und Stämmen kristallisierte der Honigtau.

Unmittelbar nach dem Massenvorkommen erfolgte der jähe Zusammenbruch der Kolonien. Bei *C. piceae* (Panz.) (Abb. 2) waren als eventuelle Hitzeerscheinung 100% der  $F_I$  geflügelt, aber nur 10% tot. Die fliegenden  $F_I$  breiteten sich in dem Wald aus. Die sich dort aufbauenden neuen Kolonien wurden laufend von Coccinelliden- und Syrphidenlarven zerstört, oder sie verkrusteten in ihrem eigenen Honigtau. — Auch die Gruppen von *C. pilicornis* (Htg.) (Abb. 1) zerfielen im Juni. Dieser Rückgang war

nicht im Abflug der nur 20% geflügelten  $F_I$  und größtenteils ungeflügelten  $F_{II}$  oder in einer Abwanderung begründet. Auch die Verholzung der Jungtriebe war nicht für den Rückgang verantwortlich zu machen, denn sie setzte erst Anfang Juli ein. Den Grund für diese Verluste sehe ich in den eventuell veränderten Nahrungsbedingungen und in den räubernden Feinden. Eine Coccinellidenlarve fraß bis zu 100 und eine Syrphidenlarve bis zu 50 Lachniden pro Tag. In einigen Fällen räuberten auch Canthariden und Elateriden.

Während dieser Haupttrachtperiode kam es bei *C. pruinosa* (Htg.) und *L. costata* (Zett.) (Abb. 3) nicht zu einer starken Koloniebildung. Die Gruppen von *Lachniella costata* (Zett.) wurden durch Platzregen dezimiert oder wanderten bei Erwärmung ab. *C. pruinosa* (Htg.) wanderte im Juni an die Wurzeln. Dort hielten sie sich in den von den Ameisen geschaffenen Hohlräumen saugend an den Wurzeln auf. Die  $F_{II}$ -Geburt erfolgte vorwiegend an den Wurzeln. Bei der Abwanderung spielte vermutlich der Feuchtigkeitsfaktor eine große Rolle. — Ende Juni waren mit dem Zusammenbruch der Kolonien die Trachtmöglichkeiten erloschen.

### Das Ausbleiben des Koloniaufbaues als vermutliche Folge des extremen Sommers

In den Hochsommermonaten Juli und August 1959 wurden im Wald Temperaturen von 35° C gemessen, im Juli fielen nur 53% und im August 70% der langjährigen Niederschläge. Diese Extreme wirkten sich auf die Lachniden aus. Bei allen Arten erfolgte eine Abnahme, und ihre  $F_{II}$  blieben sehr klein. Die schwachen Tiere waren besonders empfindlich gegen kurze, aber sehr starke Regenfälle. Vermutlich stand ihnen infolge der Hitze auch weniger Nahrung mit einem herabgesetzten Spiegel der Stickstoffverbindungen zur Verfügung. Dieses wirkte sich wahrscheinlich auf die Geburt der  $F_{III}$  bei *C. pilicornis* (Htg.) (Abb. 1) und *L. costata* (Zett.) (Abb. 3) und auf das Erscheinen der  $F_{II}$  von *C. piceae* (Panz.) (Abb. 2) in den ersten beiden Julidekaden aus. Die Nachkommenzahl lag pro  $F_{II}$  bzw.  $F_I$  meistens unter 5—10. *C. pruinosa* (Htg.) kam nicht mehr über die Erde. Zu diesen Umwelteinflüssen gesellten sich noch die räubernden Syrphiden- und Coccinellidenlarven sowie Aphidiinen. — Durch kräftige, aber kurze Regengüsse und einen neuen Feind, die Spinnen, wurde ein leichter Anstieg im August bei *C. piceae* (Panz.) (Abb. 2) und *C. pilicornis* (Htg.) (Abb. 1) verhindert. Nur 1 Winterei wurde im August an den Versuchsbäumen gefunden. Von September bis Oktober wurde bei *C. piceae* (Panz.) (Abb. 2) die Sexuales-Generation völlig unterbunden. Nur bei *C. pilicornis* (Htg.) (Abb. 1), bei der ja die Trennung in eine Sexupara- und eine Sexuales-Generation im strengen Sinne nicht zutrifft, wurden einige Wintereier gelegt. Deren Zahl wäre wohl größer gewesen, wenn mehr Männchen und weniger räubernde Spinnen vorhanden gewesen wären.

Im Herbst 1959 standen wir also im Harz an einem Punkt, der 1960 Gelegenheit gab, den Aufbau der Populationen aus ihrem ungefähren Nullpunkt an zu beobachten. Es erscheinen als Nachkommen der Fundatrix im Laufe des Sommers in dem beobachteten Harzgebiet noch 4 Generationen. Im Frühsommer, wenn also 2 Generationen zusammenleben, kann man mit einer Waldtracht rechnen. Unsere Aufgabe besteht nun weiter darin, die Biologie der Lachniden und ihre Beziehung zu den Wirtspflanzen zu klären, um noch genauere Angaben über das Honigen des Waldes geben zu können.

# PERIODIZITÄT IN DER SEKRETION DES HONIGTAUES AUF DER TANNE

JOŽE RIHAR

Landw. Institut für Slowenien, Ljubljana, Jugoslawien

## I. Einleitung und Fragestellung

Im 18. Jahrhundert hat der erste Lehrer der Bienenzucht in Wien, Anton Janša (Janscha) (1734—1773) notiert, daß „die Tannen in 6, 7 Jahren einmal recht schwitzen“. Nachher geben darüber Auskunft Zigmund (14), Zander (13), Schiller (11) und Wellenstein (10). Indem die Periode zwischen zwei Tannentrachtjahren bei Janša (6) 4—5 Jahre dauert, ist sie bei obgenannten Autoren 3—7 Jahre lang.

Mich interessierte die Frage, ob die Intervalle zwischen den einzelnen Jahren mit ergiebiger Tracht zufällig oder gewissen Regelmäßigkeiten unterworfen sind. Über das Auftreten des späten Honigens in den Monaten September—Oktober und seiner Bedeutung für die Prognostizierung der Lachnidentracht im folgenden Jahr habe ich in Freiburg 1958 ein ausführliches Referat gehalten (8). Damals habe ich auch auf die anscheinliche Korrelation zwischen der maximalen Sonnenaktivität und Tannentrachtjahren hingewiesen.

## II. Material und Methodik

Zur Analyse dienten mir:

1. Die Gewichtszunahmen der Waagvölker von durchschnittlich 20 Waldbeobachtungsstationen des Instituts in den Jahren 1955—1959 (2).
2. Die Jahrestrachtergebnisse der apistischen Beobachtungsstationen Sloweniens für 41 Jahre (12).
3. Die Waldtrachtergebnisse der Waagvölker in den Orten Gregor-Struge für die Monate Juli—August für 28 Jahre (12).
4. Die Angaben von Vodopivec (9) über die Waldtracht in Hrušica-Logatec (48 bzw. 33 Jahre).
5. Die Ergebnisse der Tannentracht auf dem Berge Nanos von Kostanjevec (4) für 31 Jahre.
6. Die Ergebnisse der Waldtracht für den Französischen Jura nach Angaben von Borneck (3) für 29 Jahre.
7. Die Schätzungen von Raič (7) für Slowenien (45 Jahre).
8. Die Angaben von Leonhardt (5) für Baden (West-Deutschland).

Die meisten Daten stammen aus Waldorten, wo die Tanne mit 70—90% (Nanos, Gregor-Struge, Fr. Jura, Hrušica-Logatec) gegenüber anderen Koniferen überwiegt. Mit Hilfe von Kontrollwaagvölkern wurde versucht, die Tannenlachnidentracht in den Monaten Juli—August klar zu prägen.

Die obgenannten Daten für die Jahre 1900—1959 habe ich im Graphikon dargestellt und mit der Sonnenaktivität — ausgedrückt in relativen Wolfzahlen — verglichen. Die Honigtauernten sind in kg, die Daten von Raič und Leonhardt in fatter Linie ausgedrückt.

In der Tabelle I habe ich die obgenannten Angaben mit Jahren mit maximaler Sonnenaktivität verglichen (Tab. I).

Tabelle I

Angabe der Quelle	Anzahl der beob. Jahre	Durchschnittsgewichtszunahmen für				% über dem Durchschnitt in den Jahren mit max. Sonnenaktivität					
		Jahr	Sommermonate	Monate V—IX	Monate VII—VIII	1905	1917	1928	1937 bzw. 1938 (!)	1947	1957
20 Instituts-Waagvölker .....	5			20,45							238
	5				6,90						371
Apist. Beobachtungsstationen Sloweniens .....	41	9,03						202	230	158	156
Waldorte Gregor-Struge .....	28				8,64			538	270		
Vodopivec .....	33		2,77				505	780	874		
Kostanjevec .....	31		10,94					366	274	91	384
Borneck .....	29		8,99					417	350	?	
Schätzungen von Raič .....	45		×			×	×	×	×	?	
Angaben von Leonhardt .....						×	?	×			
Insgesamt aller + Angaben .....						2	2	7	6	2	3
Insgesamt möglicher Angaben .....						2	3	7	6	4	3
% der positiven Angaben .....						100	66	100	100	50	100

× = Gute Tannentrachtjahre.  
(!) = Die Tannentracht wurde in das Jahr 1938 verschoben.



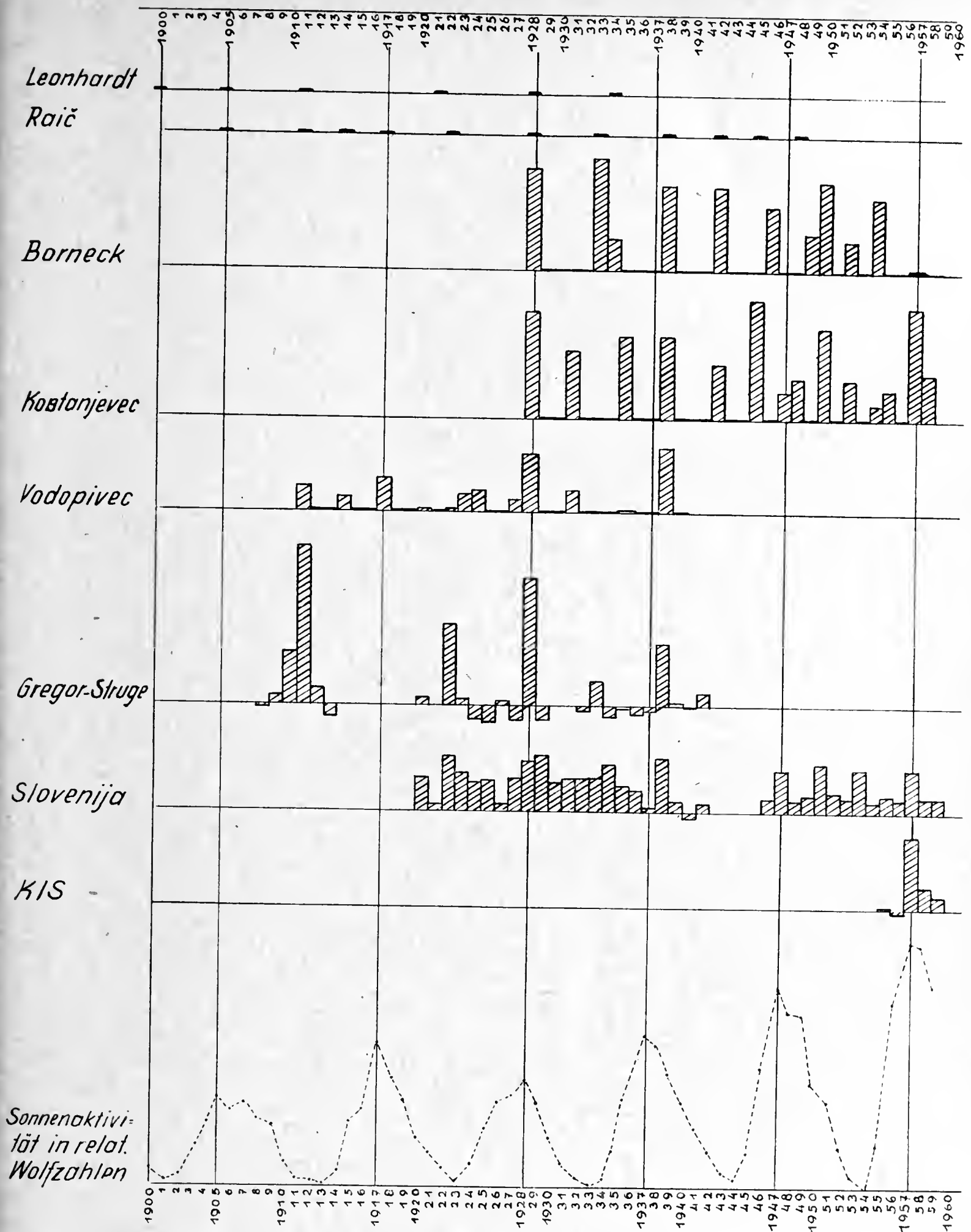


Abb. 1

Mit Hilfe von Fechners Korrelationsformel

$$r = \frac{\sum (xy)}{\sqrt{\sum (x^2) \cdot \sum (y^2)}}, F = \pm 0,6745 \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}}$$

habe ich die Korrelation zwischen den Jahren mit maximaler und minimaler Sonnenaktivität gerechnet. Mit „x“ ist die Sonnenaktivität in rel. Wolfzahlen ausgedrückt, „y“ bedeutet die Gewichtszunahmen der Waagvölker, „n“ die Anzahl der Jahre (Tab. II).

Tabelle II

Quelle	r	F	r > F
Die apistischen Beobachtungsstellen Sloweniens für die Jahre 1920—1941 .....	0,164	0,141	1,1
Die apistischen Beobachtungsstellen Sloweniens für die Jahre 1946—1958 .....	0,309	0,168	1,84
Die Gewichtszunahmen in der Orten Gregor-Struge während der Monate Juli—August der 5 Jahresperioden 1926—1930 und 1935—1939 .....	0,222	0,107	2,06
Die Gewichtszunahmen der Institutswaagvölker in den Jahren 1955 bis 1959 für die Monate Juli—August .....	0,544	0,212	2,55
Die Gewichtszunahmen der Institutswaagvölker in den Jahren 1955 bis 1959 für die Monate Mai—September .....	0,604	0,191	3,16

III. Resultate

Aus dem Graphikon ist zu ersehen:

1. Daß in beobachteten Fällen die Tannentracht nach gewissen Intervallen wieder auftaucht.
2. Die Jahre mit Tannentracht treten regelmäßig isoliert auf (77%). In 20% der Fälle dauert die Tannentracht zwei Jahre hindurch und in 3% der 25 insgesamt in Betracht genommenen Fälle mehr Jahre.
3. Aus dem Graphikon und der Tabelle I ist zu ersehen, daß die Jahre mit max. Sonnenaktivität 1905, 1928, 1938 (!) und 1957 in allen beobachteten Fällen eine überdurchschnittliche Waldernte aufweisen. Für die Jahre 1917 bzw. 1947 stimmen die Angaben mit 66 bzw. 50%. Der Mittelwert aller 17 Durchschnitte beträgt 365%. Die Angaben für Slowenien stimmen im allgemeinen mit denen aus Frankreich und Deutschland überein.
4. Die Fechnerkorrelation zwischen max. Sonnenaktivität und Tannentrachtjahren ist klar bzw. als gut festgestellt. Es besteht keine Korrelation zwischen den Jahren mit minimaler Sonnenaktivität und Tannentrachtjahren.

IV. Diskussion der Resultate

Mit den berechneten Korrelationen ist die Abhängigkeit der Tannentrachtjahre von der Sonnenaktivität nicht bewiesen. Die Methode der Korrelation kann in dem Falle nicht den Tatbestand ausdrücken, da die Sonnenflecken eine gebundene Kurve, die Tannentrachtjahre eine unterbrochene Struktur zeigen.

Aus dem Graphikon und der Tab. I, d. h. aus 25 beobachteten Fällen, ist zu ersehen, daß man in den Jahren mit erwarteter max. Sonnenaktivität mit 64 bzw. inbegriffen 1938 88% der Wahrscheinlichkeit die Tannentracht im Hochsommer erwarten kann.

Die im Graphikon dargestellten unregelmäßigen Schwankungen zwischen Jahren mit maximaler Sonnenaktivität wären noch zu erklären und mit Angaben von Baur (1) über doppeltes Schwanken in diesen Zeitabständen zu vergleichen. Außer den bisher behandelten Faktoren — kritische Temperaturen, Menge und Art der Niederschläge in den einzelnen Monaten des Jahres, Art der Aphiden, Schädlinge usw. — muß man auch dem Einflusse des solaren Zyklismus auf Honigtau auf der Tanne eine wichtige Rolle zumessen.

## LITERATUR

1. BAUR, F., Physikalisch-statistische Regeln als Grundlagen für Wetter- und Witterungsvorhersagen, I. Bd., Frankfurt a. M., 1956. — 2. Berichte des Landw. Instituts Sloweniens, Ljubljana, für die Jahre 1955—1959. — 3. BORNECK, J., Angaben über Honigtaujahre im franz. Jura (unveröffentlicht). — 4. KOSTANJEVEC, J., O medenju hoje na Nanosu v zadnjih 30 letih, Slov. čeb., 61 (1959) 3. — 5. LEONHARDT, H., Klima, Witterung, Honigtau. Anz. f. Schädlingkd. 1940 (Zit. nach J. Louveaux — unveröffentlicht). — 6. JANSCHA, J., Vollständige Lehre von der Bienenzucht, herausgegeben von J. Münzberg, Wien 1775. — 7. RAIČ, S., O medenju hoje v Sloveniji, Slovenski čebelar, 51 (1949) 7, 9, 11. — 8. RIHAR, J., Über die Prognostizierung der Lachnidentracht auf Koniferen. Z. f. Bienenforschung 4 (1958), 6: KLOFT, W., Arbeitstagung über Honigtaufragen in Freiburg i. Br. — 9. VODOPIVEC, J., Notizen über Bienenzucht in den Jahren 1892—1939 (unveröffentlicht). — 10. WELLENSTEIN, G., Versuche zur Klärung der bienenwirtschaftlichen Bedeutung der kahlrückigen Roten Waldameise. Allg. Forstzeitschrift 13 (1958) 15. — 11. SCHILLER, J., Grundzüge unseres heutigen Wissens von Honigtau und Blütenhonigen, Oesterr. Imker 1 (1951), 4, 7. — 12. Slovenski čebelar, Ljubljana, 1900—1959. — 13. ZANDER, E., Studien zur Herkunftsbestimmung bei Waldhonigen, München 1949. — 14. ZIGMUND, I., O medenju hoje, hojevem medu in drugo. Slovenski čebelar, 38 (1935) 11.

## Dr. V. PAŠEK ZUM GEDÄCHTNIS

ALBERT PINTERA

Československa Akademie VĚD, Praha

In einigen Wochen werden es 6 Jahre seit dem Tode von Dr. Vladislav Pašek, eines tschechischen Blattlausforschers, der sich bedeutend um die taxonomische Bearbeitung der forstwirtschaftlichen Blattläuse und ihrer Biologie verdient gemacht hat. Wir wollen ihm unser kurzes Gedächtnis widmen, da seine Arbeiten eine Grundlage für die Waldhonigtau-Forschung bilden.

Vladislav Pašek ist am 22. August 1926 in Aš geboren. Seine Eltern siedelten dann nach Budweis über, wo Pašek auch die Mittelschule besuchte. Im Krieg mußte er seine Studien unterbrechen und arbeitete als Beamter im Bergbau. Im Jahre 1946 begann er seine Hochschulstudien auf der Prager Karlsuniversität. Sein Lehrer war Prof. Dr. Julius Komárek, der ihn auf das Problem der waldschädlichen Blattläuse hingewiesen hat. Dort hat Pašek seine Blattlausarbeiten angefangen. Im Jahre 1949 ging er nach Banská Štiavnica ins Forstwirtschaftliche Forschungsinstitut, wo er seine Blattlausstudien fortsetzte. Gleichzeitig arbeitete er an Problemen aus der Forstphytopathologie, z. B. über Lepidopteren (mit seinem Kollegen Dr. Patočka), über Blattwespen, und zuletzt aus der Biozönologie, über Bodeninsekten usw. Er arbeitete sehr fleißig und kannte in seiner Arbeit keine Ruhezeit. Seine Dissertationsarbeit, die er im Jahre 1952 abgegeben hat, war eine monographische Übersicht der forstlichen Lachniden. Über diese Blattlausarten veröffentlichte Pašek noch weitere Arbeiten.

Im Frühjahr 1954 begann Pašek zu kränkeln. Aber auch während seiner Krankheit hörte er nicht auf intensiv zu arbeiten. Er sammelte Blattläuse, schrieb den ersten Teil seines zweiteiligen Buches über die Blattläuse auf den Waldbäumen (Koniferen) und studierte neue Literatur. Im Sommer ging seine Krankheit etwas zurück und Pašek begann wieder intensiv zu arbeiten. Obwohl er Anfang September wieder schwerer erkrankte, bereitete Pašek ganz energievoll Pläne zu weiterer Arbeit vor. Im Krankenhaus plante er voller Freude die Fortsetzung seiner Arbeiten in Banská Štiavnica. Er wußte nichts über die Schwere seiner Krankheit. Nach langen und großen Schmerzen beendete ein Krebsleiden am 4. November 1954 sein kurzes Leben; er hinterließ neben seiner Frau ein achtmonatiges Töchterchen.



Für uns alle, die wir Dr. Pašek kennengelernt haben und mit ihm mitgearbeitet haben, bleibt er in stetigem Gedächtnis als ein bescheidener braver Mensch und ein außerordentlich fähiger wissenschaftlicher Arbeiter, welchem ein ungünstiges Schicksal nicht erlaubte die begonnene und so vielversprechende Arbeit zu beenden.

#### LITERATURVERZEICHNIS

1950: *Dreyfusia nordmanniana* Eckst. (*nüsslini* CB.), nebezpečný škodca jedle. (*Dreyfusia nordmanniana*, ein gefährlicher Tannenschädling.) Polana 6 (11). — 1952: Československé vošky z čelade *Lachnidae*. Faunistický přehled. (Die Blattläuse aus der Familie *Lachnidae* in der Tschechoslovakei. Faunistische Übersicht.) Biol. sborník SAV 7 (5—6): 91—99. — 1953: Několik nových medovnic (*Aphidoidea*) Československa. (Einige Baumläuse (*Aphidoidea*) aus der Tschechoslovakei.) Zool. ent. listy 2 (1): 2—8. — Nový druh rodu *Hoplocallis* Pintera 1952 z jižního Slovenska. (Neue Art von *Hoplocallis* Pint. aus der Südslovakei.) Zool. ent. listy 2 (3): 193—196. — Příspěvek ke klasifikaci středoevropských Lachnidů. (Ein Beitrag zur Klassifikation der mitteleuropäischen Lachniden.) Věst. Čs. zool. spol. 17 (3): 149—177. — *Cinara doncasteri* sp. n. a dva další zajímaví zástupci čeledi *Lachnidae*. (*Cinara doncasteri* sp. n. und zwei interessante Vertreter der Familie *Lachnidae*.) Roč. Čs. spol. ent. 50: 222—231. — 1954: Mšice v akvariu. (Die Blattläuse im Aquarium.) Živa 2: 30—31. — *Pterocomma tremulae* CB., 1940, nový škodca kanadského topola. (*Pterocomma tremulae* CB., ein neuer Schädling der kanadischen Pappel.) Práce VÚLH 5: 153—161. — Vošky našich lesných dřevín. I. (Die Blattläuse unserer Waldbäume. I.) Naklad. SAV Bratislava, 322 pp. — 1955: Predbežný prehľad fauny vošiek Žitného ostrova so zreteľom na vošky lesných dřevín. (Vorläufige Übersicht der Blattlausfauna der Südslovakei mit Berücksichtigung der Blattläuse der Waldbäume.) Práce II. sekcie SAV, ser. biol. 1 (7): 27 pp. — Vošky z oblasti Polany na Slovensku (faunisticko-ekologický prehľad). (Die Blattläuse aus dem Polana-Gebiet in der Slovakei. Faunistisch-ökologische Übersicht.) Práce VÚLH 8: 117—141.



## SEKTION XII

# BEKÄMPFUNGSMITTEL UND -VERFAHREN

### DDT-RESISTANCE-INDUCED ENHANCED SUSCEPTIBILITY TOWARDS CETYL FLUORIDE (CF) AND CETYL FLUOROACETATE (CFA) — A PRELIMINARY REPORT<sup>1</sup>

K. R. S. ASCHER

Department of Toxicology, The National and University Institute of Agriculture, Beit-Dagan,  
Rehorot, Israel

#### ABSTRACT

“Resistance-induced enhanced susceptibility”, a new attempt to stave off insecticide resistance (Ascher and Kocher 1954), has been under investigation in several laboratories during the last 6 years. Its present state has been reviewed recently (Ascher 1960).

In continuation of work on CBA, cetyl bromoacetate (Ascher 1957, 1958) which was found to be negatively correlated to resistance in several housefly strains on continuous tarsal contact of adult females (cf., however, Keiding 1958, Bettini, Boccacci and Natalizi 1958), a group of further cetyl esters<sup>2</sup> was investigated. Of these, cetyl fluoride (CF) and cetyl fluoroacetate (CFA) were more toxic for larvae of the DDT-resistant housefly strains K<sub>1</sub> and TP than for larvae of the normal reference strains Sv and S-Rome (2nd stage larvae added to media containing different concentrations of the toxicants; results read from hatch of adults). No such negative correlation was found in the chlordane-resistant housefly strain R-Sard.

In a number of DDT-resistant strains of *Anopheles atroparvus*, namely RL, RLAF and RAFM (Mosna, Palmieri, Ascher, Rivosecchi and Neri 1959), all of which had been developed from the same normal reference strain Sens.-Roma, clear-cut negative correlation to resistance was found with CF in larval state assays. Also another normal reference strain of *A. atroparvus*, Sens.-Hamburg, was included in these studies. There was no resistance-induced enhanced susceptibility to CFA in anopheline larvae and to CF, CFA, cetyl chloracetate, cetyl cyanide, cetyl thiocyanate and cetyl bromide in adult houseflies and anophelines<sup>3</sup>.

#### REFERENCES

- ASCHER, K. R. S. (1957). Riv. Parassit. 18, 185—197. — ASCHER, K. R. S. (1958). Bull. Wld. Hlth. Org. 18, 675—677. — ASCHER, K. R. S. (1960). Arzneimittel-Forschung 10, 450—461. — ASCHER, K. R. S. and KOCHER, C. (1954). Experientia 10, 465. — BETTINI, S., BOCCACCI, M. and NATALIZI, G. (1958). Ind. J. Malariol. 12, 447—452. — KEIDING, J. (1958). Ind. J. Malariol. 12, 453—468. — MOSNA, E., PALMIERI, C., ASCHER, K. R. S., RIVOSECCHI, L. and NERI, I. (1959). Bull. Wld. Hlth. Org. 20, 63—74.

<sup>1</sup> Study executed under a WHO grant in 1958/59 as research scholar at the Istituto Superiore di Sanità, Rome, Italy. Opinions and assertions contained therein are the personal ones of the author and are not to be construed as reflecting the views of the Istituto Superiore di Sanità and the World Health Organization at large.

<sup>2</sup> The compounds prepared for this study were synthesized by Prof. E. D. Bergmann, Tel-Aviv, Israel.

<sup>3</sup> A full account of the study will be given elsewhere.

# SOME FACTORS AFFECTING THE TOXICITY OF SYSTEMIC INSECTICIDAL SEED DRESSINGS

R. BARDNER

## Introduction

Seed treatments with systemic insecticides promise to be the best method to control many insects that attack the foliage of young plants. They are easy to apply and unlike soil treatments leave no toxic residues in the soil. Usually they will control foliage insects for four to seven weeks after sowing. At this time, when the plants are small, control by spraying or dusting methods is uncertain.

Some of the many factors which affect the performance of systemic insecticidal seed dressings have been investigated at Rothamsted. This paper deals with three: formulation, soil organic matter and seed spacing.

## General Procedure

The experiments were done in a glasshouse. Plants and insects were selected for their ease of handling rather than their economic importance. Wheat and white mustard (*Sinapis alba*) were the seeds most often used. Both are large and regular, with a high germination rate. Biological tests on wheat were made with the aphid *Rhopalosiphum padi* (L.) caged on the plant and on mustard with the beetle *Phaedon cochleariae* F. fed on cut foliage. For most experiments the insecticides  $\gamma$ -BHC or phorate (diethyl ethyl thiomethyl dithiophosphate) were used. The systemic properties of  $\gamma$ -BHC, though weak, have been attested by several authors (see Jameson 1958). To emphasize differences between treatments, plants were usually grown in sand rather than soil.

Seed dressings for these experiments were applied either as slurries or liquid emulsions. Slurries were formed by suspending insecticide (sometimes previously mixed with a solid filler) in an aqueous gel of methyl cellulose. Insecticides were mixed directly with the liquid emulsion, which consisted of polyvinyl acetate dispersed in water. Seeds were treated in a beaker, the slurries and emulsions being stirred into the seed and allowed to dry before planting. Both methods gave an even and adherent coating.

## Results

### (a) Effect of difference in formulation

In these experiments plants were grown in sand. Large differences in germination rate were produced when three different formulations of  $\gamma$ -BHC were applied to wheat seed (Fig. 1). A slurry of methyl cellulose solution and  $\gamma$ -BHC was very phytotoxic compared with one containing the same materials plus activated carbon, or with  $\gamma$ -BHC mixed with polyvinyl acetate emulsion (PVA). None of the dressings had any effect on germination without  $\gamma$ -BHC. There were no suitable insects for testing the systemic activity of  $\gamma$ -BHC on wheat, so tests were done with this compound on mustard, using mustard beetles.

To obviate surface contamination by  $\gamma$ -BHC of the cotyledons and stem on their passage through the soil, foliage for these tests was cut above the level of the cotyledons before feeding to mustard beetles. The formulation of  $\gamma$ -BHC and methyl cellulose only had the longest persistence of insecticidal activity compared with others containing carbon or PVA (Fig. 2).

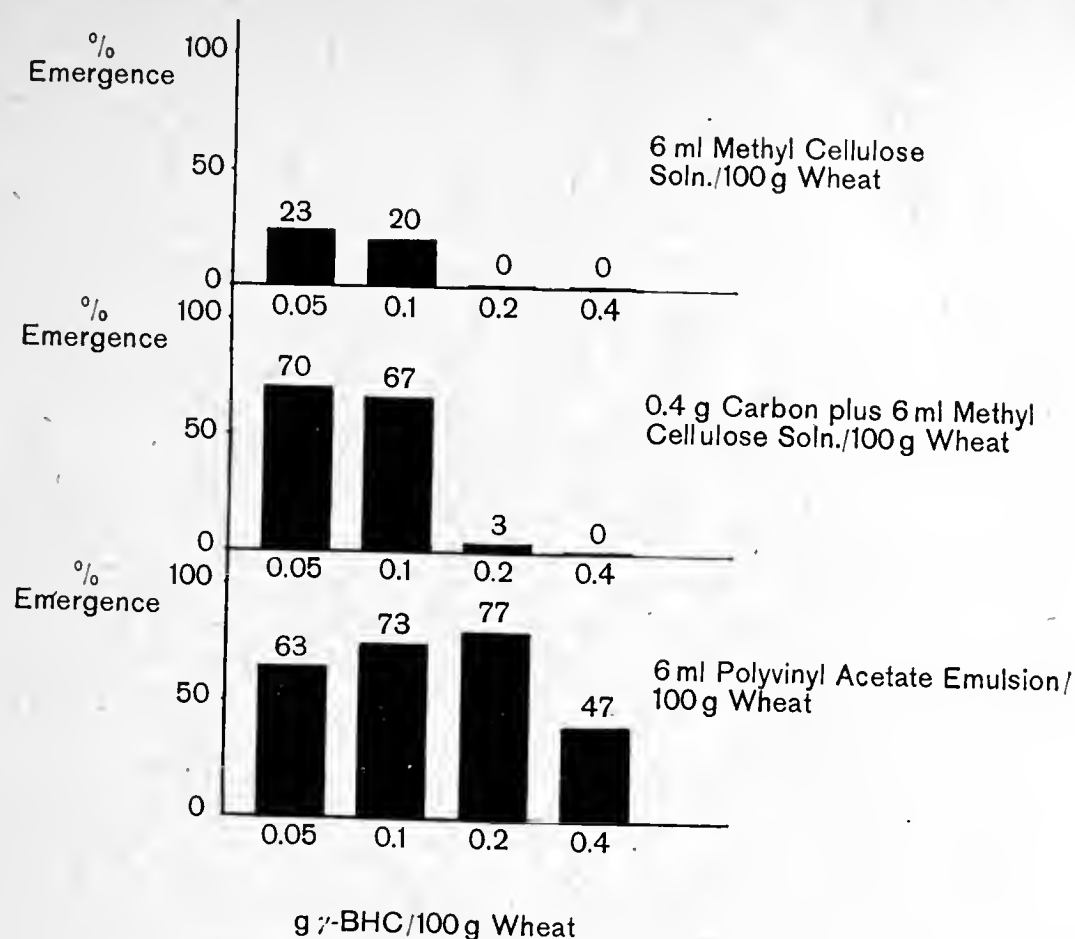


Fig. 1. Toxicity of  $\gamma$ -BHC Seed Dressing Formulations to Wheat Seeds (% Emerged Above Soil 22 Days After Sowing)

Siliceous earth (a common filler) had no effect upon the phytotoxicity of  $\gamma$ -BHC and methyl cellulose slurries, so this filler was used to absorb the liquid insecticide phorate. In tests with wheat and mustard a slurry of phorate, siliceous earth and methyl cellulose was used as a standard. Compared with this, formulations containing carbon

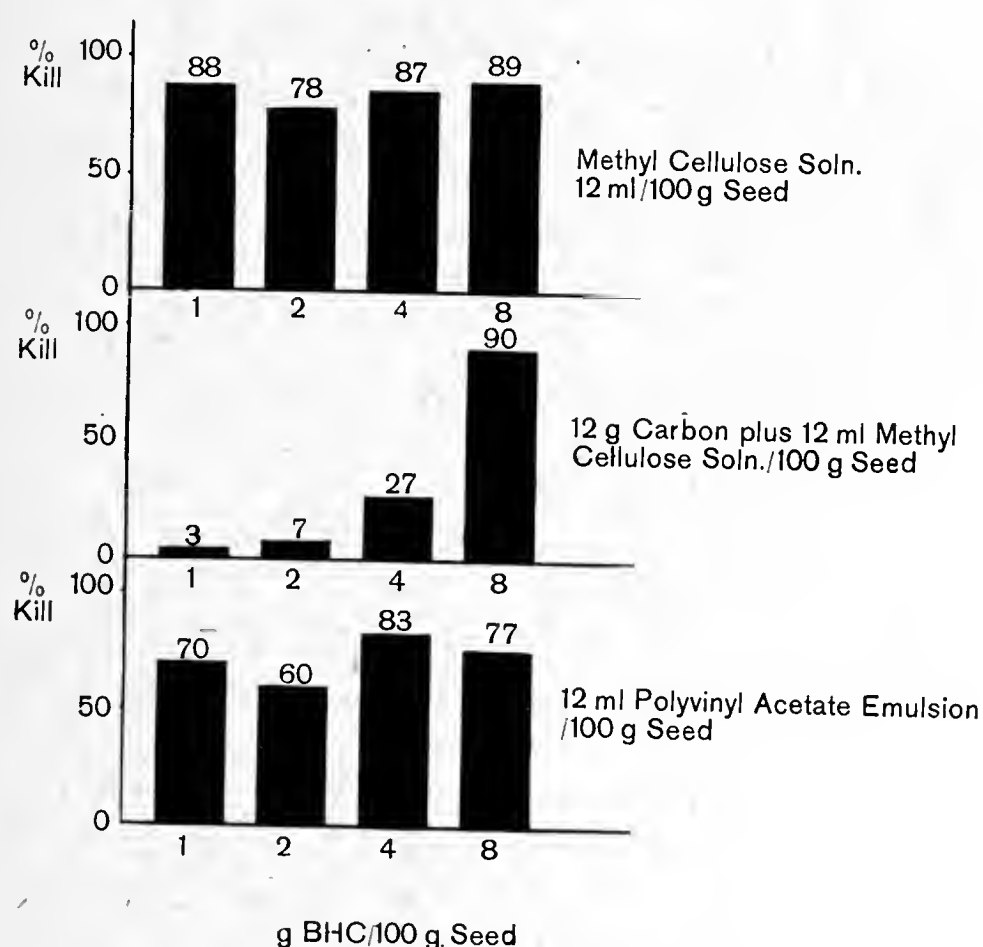


Fig. 2. Insecticidal Effect of  $\gamma$ -BHC Seed Dressing Formulations on Mustard (% Kill of Mustard Beetles 50 Days After Sowing)

or PVA were less phytotoxic to wheat, and gave a longer persistence of insecticidal effect with both wheat and mustard (Figs. 3, 4). Neither  $\gamma$ -BHC nor phorate damaged mustard. Further experiments showed that carbon and PVA could reduce phytotoxicity of sodium fluoracetate and "Pyrolan" (methyl phenyl pyrazolyl dimethyl carbamate) to wheat, and phorate to sugar beet. The chlorinated diphenyl resin "Aroclor 5460" has similar properties to PVA and carbon. The inclusion of certain materials in a seed dressing can clearly decrease phytotoxicity and depending upon the insecticide this inclusion may either increase or decrease the persistence of the insecticidal activity.

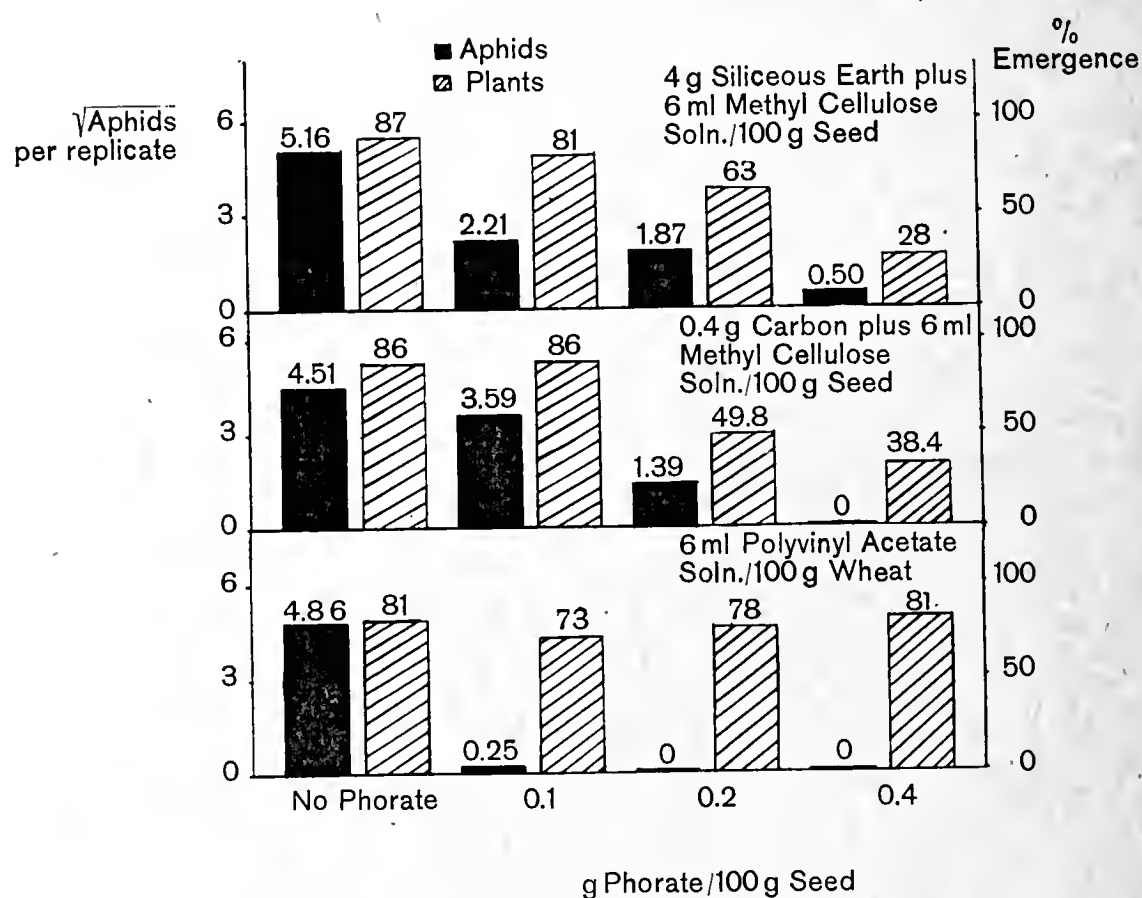


Fig. 3. Toxicity to Plants and Insects of Phorate Seed Dressing Formulations on Wheat (Insects on Plants 61—68 Days After Sowing. Plant Count 12 Days After Sowing)

Experiments showed that these effects are not because the different formulations cause different amounts of insecticide to adhere to the seed, or because the insecticides decompose at different rates in the different formulations. It is probable that the differences were in the rate at which the insecticide was released from the different seed dressings. Carbon, Aroclor and PVA release insecticide slowly. The amount of insecticide initially available to the plant is small, and the plants are also little damaged. Because the insecticide is released slowly, it is not lost by decomposition or leaching before the plant can absorb it. With strong systemics like phorate this slow release enables the plant to be insecticidal for longer periods than with conventional formulations. Weak, poorly soluble insecticides like  $\gamma$ -BHC are released too slowly to maintain insecticidal concentrations in the plant tissues.

The fact that excessive amounts of carbon or PVA can render even phorate non-toxic supports this view. This type of formulation may be a useful way of increasing the persistence and overcoming the phytotoxic effects of some of the stronger systemic insecticides.



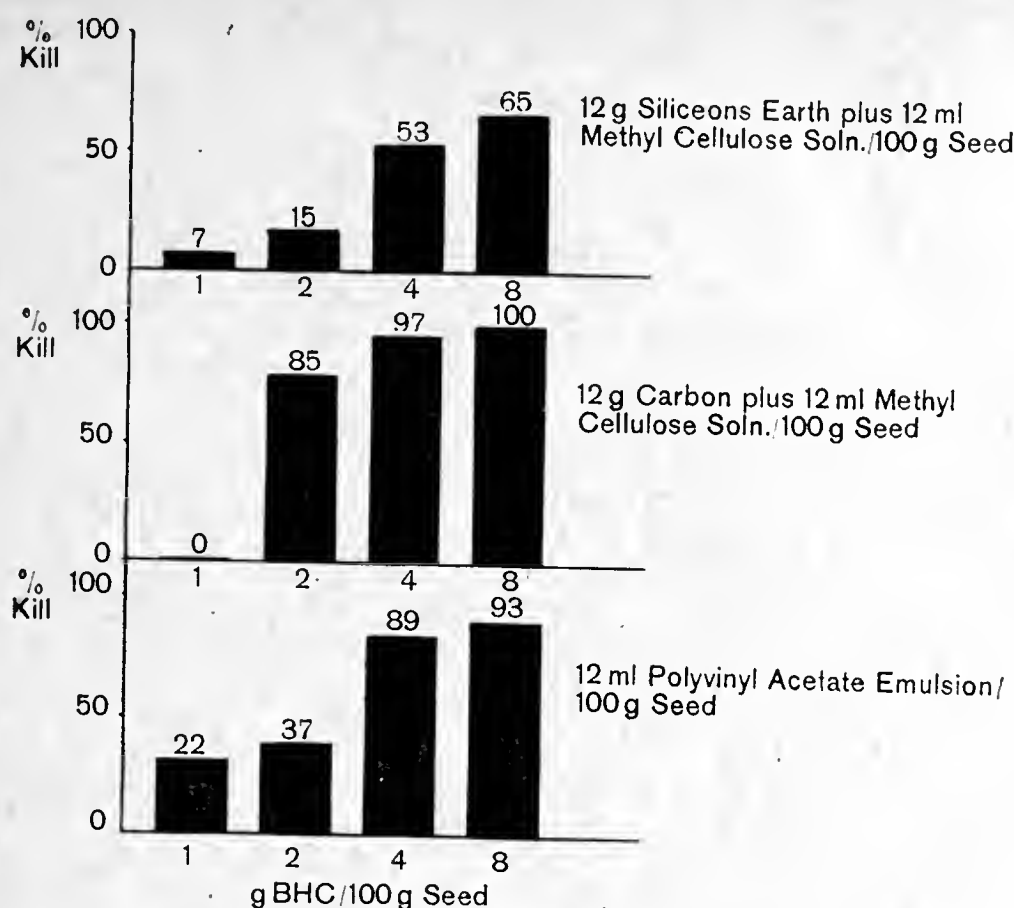


Fig. 4. Insecticidal Effect of Phorate Seed Dressing Formulations on Mustard (% Kill of Mustard Beetles 77 Days after Sowing)

### (b) Effect of soil organic matter

It is well known that the toxicities of soil insecticides to plants and insects can be reduced by excessive soil organic matter. With seed dressings, increased phytotoxicity was noted in sandy soils, presumably low in organic matter (Jones 1955, Hofmaster & Nugent 1956). In using phorate dressings on wheat, the persistence of systemic effect was lessened by increasing the organic matter content, but this could be masked by leaching, which was greatest in soils with little organic matter.

The wheat was treated with a phorate slurry, using a siliceous earth filler and methyl cellulose solution. The soils of differing organic matter were made by mixing washed sand and an alkaline fen peat (containing 17.6% organic matter expressed as carbon) and the plants were grown in 5" plastic pots. Half the pots received 100 ml. culture solution every day, poured on to the surface of the soil ("leaching"), and the other half stood in dishes containing culture solution and so were watered from below ("non-leaching"). Persistence was measured in the usual way by caging aphids on the plants (Fig. 5). Without leaching the insecticidal activity persisted longest with sand, least with peat, but with leaching the sand treatments lost their toxicity first and the sand/peat mixtures last.

The experiment shows that if a soil is subject to leaching, organic matter performs a useful function in fixing the insecticide from a seed dressing near the seed and roots. As seed dressings are also more damaging to plants grown in sand than in soil, organic matter probably also acts as a slow release agent, in much the same manner as the special components of the seed dressings discussed earlier.

### (c) Seed spacing

When seeds treated with systemic materials are grown close together, plants can absorb insecticides from adjacent seeds, and this may enhance insecticidal effect, as was noted by David & Gardiner (1955) using seed soaks. This effect was investigated with seed dressings by alternating treated and untreated seeds in a grid pattern, so that

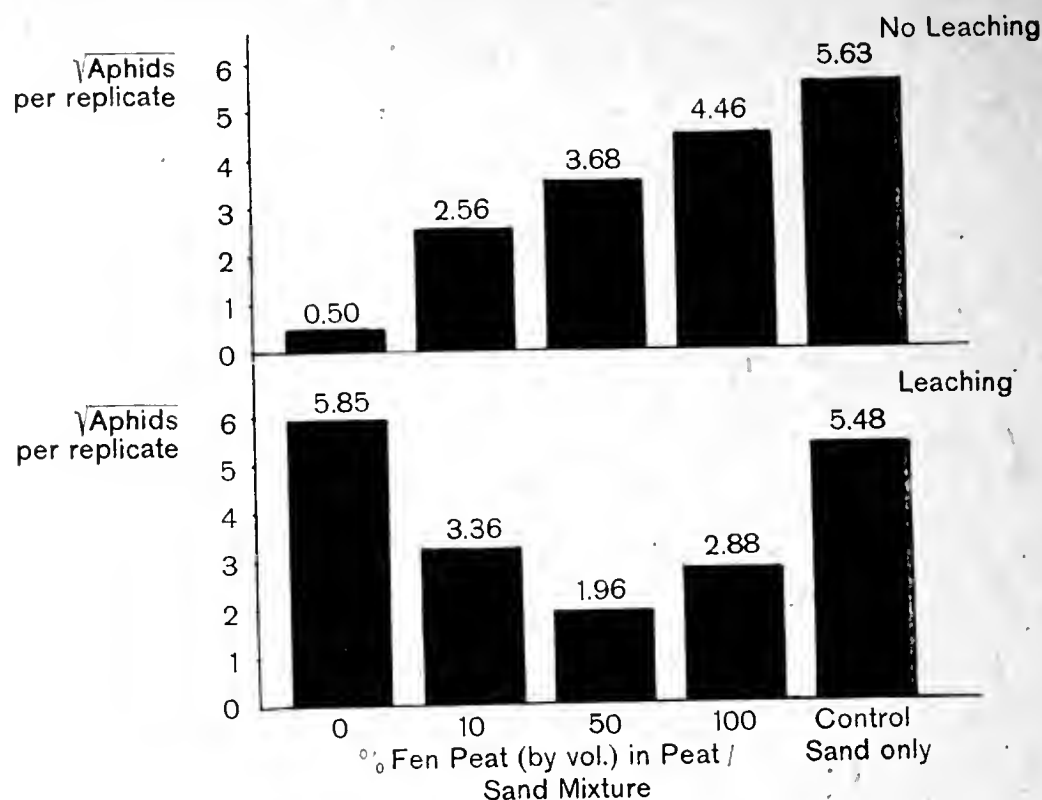


Fig. 5. Effects of Organic Matter and Leaching on Toxicity of Phorate Dressings on Wheat Seed (Plants tested 23—26 days after sowing. Seeds treated with 0.4 g phorate and 4 g siliceous earth/100 g seed.)

each treated seed was equidistant from four untreated seeds, and *vice-versa*. Seed dressings of  $\gamma$ -BHC and phorate were used on wheat and mustard grown in sand. A slurry with methyl cellulose solution was used for  $\gamma$ -BHC and methyl cellulose plus siliceous earth for phorate. At distances of  $1\frac{1}{2}$ " (3.8 cm.) from treated seeds untreated plants picked up enough insecticide to become toxic to insects (Fig. 6). This effect was even stronger at  $\frac{3}{4}$ " (1.9 cm.) but are negligible at 3" (7.6 cm.). Similar but weaker effects were noted in soil, in which  $1\frac{1}{2}$ " was the maximum distance at which the effect could be detected. As seeds of many field crops are planted at mean spacings of  $1\frac{1}{2}$ " or less sowing rates may have an appreciable effect upon persistence and perhaps phytotoxicity.

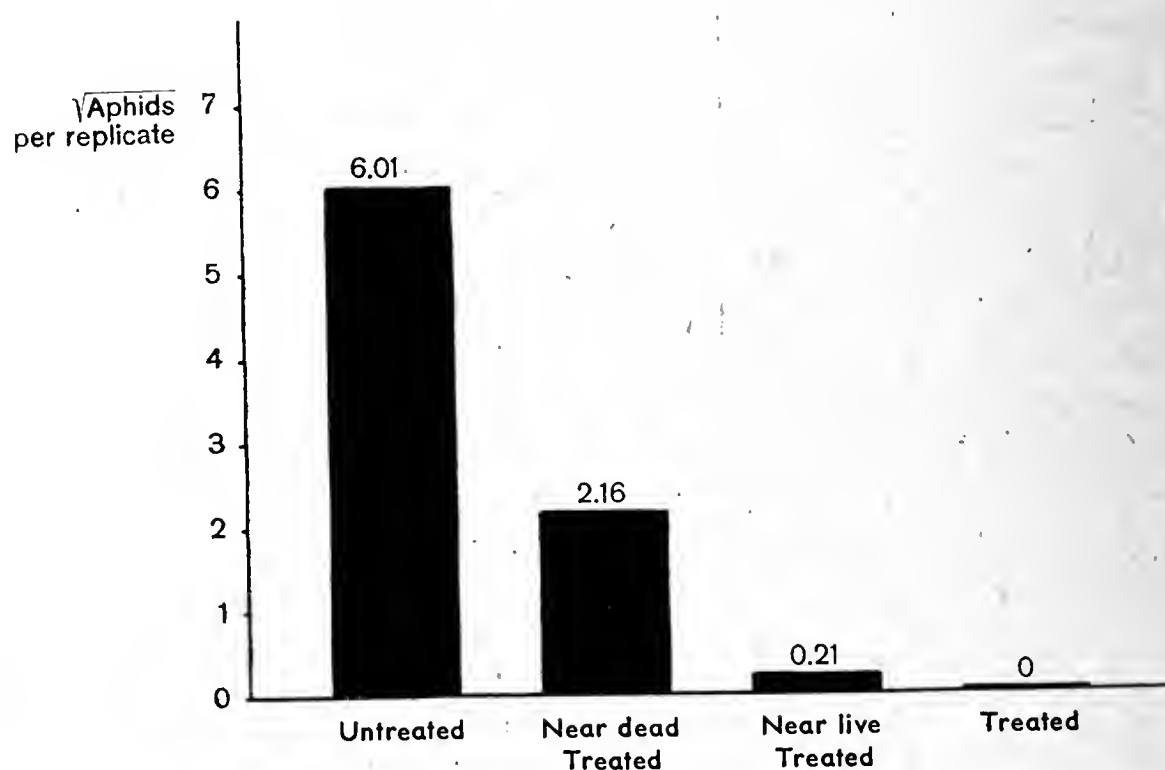


Fig. 6. Effect of Seed Spacing on Toxicity of Phorate Seed Dressing on Wheat (Seeds planted  $1\frac{1}{2}$ " apart. Aphids on plants 14—21 days after sowing, 0.4 ml Phorate and 0.4 g siliceous earth/100 g seed.)

An unexpected result was that untreated seeds picked up more insecticide from seeds treated while alive than from seeds killed by heat and then treated, although the live treated seed was absorbing some of its own insecticide. This was investigated further with phorate on wheat. Tests with mosquito larvae showed that the roots did not excrete insecticide and did not carry particles of insecticide on their surface. Testing a vertical soil profile around the seed by a cholinesterase inhibition method showed that insecticide was distributed in a wider zone round live treated seeds than dead treated seeds. A similar distribution occurred when seeds were treated with particles of a solid fluorescent dye made into a slurry with methyl cellulose. This simulated insoluble insecticide particles. The swelling and bursting of the seed on germination apparently assists in detaching particles of the seed dressing from the seed, so that they can move in the water round the soil particles.

#### REFERENCES

- DAVID, W. A. L. and GARDINER, B. O. C., 1955. *Ann. appl. Biol.* 43, 594—614. — HOFMASTER, R. N. and NUGENT, T. J., 1957. *Virginia Truck Exp. Sta. Bull.* 116. — JAMESON, H. R., 1958. *J. Food Agric. Sci.* 9, 590—596. — JONES, F. G. W., 1955. *Brit. Sugar Beet Rev.* 23, 113—115.

## EFFECT OF GAMMA-RADIATION ON THE MEDITERRANEAN<sup>1</sup> FLOUR MOTH EPHESTIA KUEHNIELLA Z. IN DIFFERENT STAGES OF DEVELOPMENT

J. VAN DEN BRANDE and N. VAN DE WOESTIJNE

The influence of gamma-radiation on the different development stages of the flour moth has been investigated in view of determining radiation resistance.

This paper mainly discusses the results obtained in a more detailed study of the pupal stage, whilst also providing some results of irradiation experiments on eggs and larvae.

### A. MATERIALS AND METHODS

The irradiations were carried out using a <sup>60</sup>Co source. Per irradiation dose 20 pairs were formed consisting of a treated male pupa and an untreated female. Each pair was kept separately in small glass cylinders and its behaviour followed day by day.

Irradiated eggs and larvae were transferred into ½ l jars for observation.

### B. INFLUENCE OF GAMMA-RADIATION ON THE PUPAL STAGE

#### 1) 15 days old male pupae

Table 1 shows the total number of eggs examined and the number of eggs hatching obtained from experiments with pupae irradiated when 15 days old.

The results show that a 60,000 rad dose results in complete sterility of the male pupae; 20,000 rad produce 50% and 40,000 rad 93.7% sterility. Thus the sterility produced in males by irradiation of pupae gradually increases with the dosage rate.

<sup>1</sup> Research carried out under an I.W.O.N.L.-grant.

Table 1

Number of eggs examined and hatched and hatching of eggs in % of the control hatch after irradiation of 15 days old male pupae

Dose (rad)	0	5,000	10,000	15,000	20,000	25,000
Total number of eggs .....	193	142	197	177	259	180
Number of eggs hatched .....	178	129	149	135	121	73
Number of eggs hatched in % of the control hatch .....	100.0	98.5	82.0	82.8	50.7	44.0

Continued

Dose (rad)	30,000	35,000	40,000	45,000	50,000	55,000	60,000
Total number of eggs .....	225	259	259	208	234	265	280
Number of eggs hatched .....	91	46	15	3	5	1	0
Number of eggs hatched in % of the control hatch .....	43.8	19.3	6.3	1.5	2.3	0.4	0.0

Apart from the sterilising effect, some other interesting observations were made.

Hatching of irradiated pupae was not delayed, e.g. the pupae which received a 60,000 rad dose hatched during the same time interval as the controls.

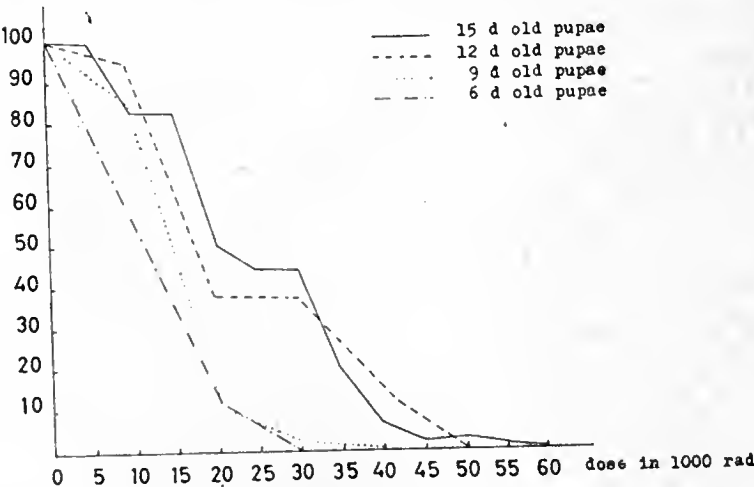
The appearance, copulation behaviour, number of eggs laid and life span of moths resulting from irradiated pupae are the same as observed in the controls. The average life span of the untreated male moth is 10.0 d. as compared to 9.2 d. for a 60,000 rad dose.

After irradiating full grown female pupae with a 60,000 rad dose, the emerging adult females do not accept copulation and no eggs are laid.

2) 12 days old male pupae

Table 2 shows the total number of eggs examined and the number of eggs hatching. Graph 1 shows the hatching of eggs in percent of the control hatch.

This experiment shows that 12 days old pupae are more susceptible towards gamma-radiation than full grown pupae. 50,000 rad produces complete sterility, whilst a 20,000 rad dose already results in a 63.6% sterility.



Graph 1. Hatching in percent of the control hatch after irradiation of 15, 12, 9 and 6 days old male pupae



Table 2  
Number of eggs examined and hatched and hatching of eggs in % of the control hatch after irradiation of 12 days old male pupae

Dose (rad)	0	10,000	20,000	30,000	40,000	50,000	60,000
Total number of eggs .....	217	279	221	108	204	68	44
Number of eggs hatched .....	207	252	79	38	28	0	0
In % .....	100.0	94.7	37.4	36.9	14.4	0.0	0.0

Delayed emergence, appearance, copulation behaviour, number of eggs laid and life span of moth are markedly different for certain dosage rates from the results obtained after irradiation of full grown male pupae (table 3).

Table 3  
Some observations made after irradiating 12 days old male pupae

Dose (rad)	Delayed emergence of moths as compared to the controls	Appearance of the moth	Copulation behaviour	Number of eggs	Life span of moth (d)
control	—	normal	normal	50—100—200	7.0
10,000	no delay	normal	normal	50—100—200	10.0
20,000	no delay	normal	normal	50—100—200	10.3
30,000	no delay	normal	normal	50—100—200	7.9
40,000	no delay	normal	normal	50—100—200	7.6
50,000	no delay	normal	no copulation : ♀ requests copulation	< 50	5.2
60,000	no delay	normal	no copulation : ♀ requests copulation	< 50	3.9

### 3) 9 days old male pupae

Table 4 surveys the more important results obtained after irradiation of 9 days old male pupae.

Table 4  
Some results obtained after irradiation of 9 days old male pupae

Dose (rad)	Emergence and appearance of the moths, copulation behaviour and number of eggs laid	Hatching of eggs in % of the control hatch	Life span of the moths
0	normal	100.0	9.6
10,000	normal	84.3	10.2
20,000	normal	11.8	11.1
30,000	normal	2.3	9.3
40,000	normal	0.0	8.5

The results show that complete sterility is obtained after a 40,000 rad dose, which is much lower than in the case of 15 and 12 days old pupae.

4) 6 days old male pupae

Table 5 gives the more important results obtained after irradiation of 6 days old male pupae.

Table 5  
Some results obtained after irradiation of 6 days old male pupae

Dose (rad)	Emergence of moths	Appearance of the moths	Copulation behaviour	Number of eggs	Hatching of eggs in % of the control hatch	Life span of the moths
0	normal	normal	normal	normal 50—100—200	100.0	10.1
10,000	normal	normal	normal	normal 50—100—200	53.2	13.2
20,000	normal	normal	normal	normal 50—100—200	11.9	10.0
30,000	normal	normal	normal	normal 50—100—200	0.0	9.0
40,000	normal number but some delay	normal	no copulation	< 50	0.0	7.0

This experiment shows that the influence of gamma-radiation is greater as the pupa is less developed. Complete sterility is induced by a 30,000 rad dose and no copulation occurs after exposure to 40,000 rad.

5) 3 days old male pupae

Table 6 shows the results obtained after irradiation of 3 days old pupae.

Table 6  
Some results obtained after irradiation of 3 days old male pupae

Dose (rad)	Emergence of moths	Appearance of the moths	Copulation behaviour	Life span of the moths
0	normal	normal	normal	10.0
10,000	normal	normal till shrivelled	no or very little copulation, if copulation occurs the insects can not disconnect	6.0
20,000	small	normal till shrivelled	no copulation	7.6
30,000	small	normal till shrivelled	no copulation	5.6
40,000	very small 5% no delay observed	shrivelled	no copulation	4.0

The influence of gamma-radiation on 3 days old pupae is even greater than on 6 days old: no offspring is produced as from a 10,000 rad dose. All males have a shrivelled appearance and their life span is much lower than in the controls.

6) Comparison of the hatching of eggs

Graph 1 shows the hatching in percent of the control hatch after irradiation of 15, 12, 9 and 6 days old male pupae.

7) Full grown moulting larvae

Table 7 gives a survey of the more striking results obtained after irradiation of full grown larvae just before or during moulting.

Table 7

Some results of irradiating full-grown larvae immediately before or during the moulting process

Dose (rad)	0	10,000	20,000	30,000	40,000
Moult .....	normal	normal	normal	normal	normal
Emergence of moths ....	normal	no emergence	no emergence	no emergence	no emergence

This table shows that the moulting process proceeds normally, the larva goes into the pupal stage, but the pupa dies off.

C. INFLUENCE OF GAMMA-RADIATION ON FULL GROWN LARVAE, 17 DAYS OLD LARVAE AND EGGS 4 DAYS OLD

Table 8 surveys the results obtained after irradiation of full grown larvae, 17 days old larvae and eggs 4 days old. 150 eggs or larvae were examined for each dose.

Table 8

Some results obtained after irradiation of full grown larvae (1), 17 days old larvae (2) and eggs 4 days old (3) of the flour moth

Dose (rad)	Eclosion of the imago in %		Hatched eggs in %
	1	2	3
0	100.0	100.0	100.0
660	135.7	99.7	108.1
1125	142.3	110.1	117.6
2250	128.6	91.7	97.0
4500	50.0	89.7	82.1
9000	7.1	41.8	21.4
18,000	0.0	0.0	0.0
36,000	0.0	0.0	0.0

Following conclusions can be drawn:

- Dosage rates of less than 2,500 rad do not seem to have any unfavorable influence.
- From 4,500 rad upwards noticeable but small damage occurs, which is mostly apparent in the F<sub>1</sub> generation.

Pupation occurs only to a small extend with fully grown larvae irradiated with a 9,000 rad dose, and not at all with 18,000 rad. It is remarkable that they keep in living in the final larval stage for weeks before dying off.

# THE CONTROL OF THE OX WARBLE FLY OF CATTLE WITH THE SYSTEMIC INSECTICIDES ETROLENE<sup>1</sup> AND RUELENE<sup>2</sup> IN BRITAIN 1958—1959 AND 1959—1960

F. G. BROWN and W. E. RIPPER, London

The control of the warble fly *Hypoderma bovis* (der Geer) and *lineatum* (de Villiers) is in the U. K., as in several other countries, a statutory obligation on the owner of the herd. The relative inefficiency of the recommended Derris treatment — control of the parasite after the damage has been done and laborious repeated treatment — has resulted in the Warble Fly Order being often not complied with, although the early work of Davis and Jones (15), the Isle of Wight experiment (44, 48) of the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, the campaign at Lord Iveagh's estate at Elveden, Norfolk (40) and the experience in Denmark (38) have shown that the warble fly could be eradicated from Great Britain by the regular and thorough derris dressing of infested cattle.

As the warble fly has only one generation per year and for practical purposes no alternate host, it is obvious that the countrywide use of a control measure with an effective chemical could, in a very few years, reduce this pest to a no longer economically important level. Whether such a effective chemical would be applied countrywide, would depend on an enforcement of the requirement to treat, or an economic incentive to the owner of the herd.

A decisive step forward towards the development of a satisfactory chemical treatment against ox warbles was made by the discovery of Etrolene, a systemic insecticide, containing 40% o,o-dimethyl o-2,4,5 trichlorophenyl phosphorothioate, known in the U.S.A. by the common name Ronnel, formerly Dow ET-57. Practical control by an oral administration of this chemotherapeutic against the ox warble was obtained in North America (1, 10, 11, 12, 13, 26, 27, 34, 41, 42, 46, 47, 49, 50, 51, 59, 62, 64, 65) and by Kendall (30), Harrison (20), Kenny and Thornberry (31 and 32) and Hatch (21) in the British Isles and by Tozzini (63) in Italy. There is no significant difference in mortality of the two *Hypoderma* species (65), but the prehypodermal instars are more susceptible to Etrolene than the third hypodermal instar (65). Weintraub et al. recommend therefore early autumn treatment to avoid the presence of the 3rd instar and to forestall the early damage caused by the hypodermal grubs (65).

Further systemic insecticides against ox warbles followed the discovery of Etrolene by the Dow Chemical Company, notable Co-Ral<sup>(R)</sup> 0-(3 chloro-4-methyl umbelliferone) 0,0 diethyl phosphorothioate, Bayer 21/199, which is applied dermally (9, 10, 11, 19, 29, 33, 37), further dimethoate, 0,0 dimethyl s-(N-methyl carbamoylmethyl) phosphorodithioate, (24) and Dowco 109 (0-[4 tert-butyl 2 chlorophenyl] 0-methyl methyl phosphoro amidithioate, [59]).

A promising recent addition is Ruelene<sup>(R)</sup> 4-tert-butyl-2-chlorophenylmethyl methylphosphoramidate (4), McGregor, Ludwig and Wade (43), Shaver and Landrum (60), Swanson et al. (61) applied dermally, intra-muscularly and orally.

The systemic insecticides Etrolene<sup>(R)</sup> and Ruelene<sup>(R)</sup> were studied in extensive field trials in the United Kingdom in order to confirm the efficacy of the compounds, to discover the best method of application and its limitation to ascertain whether there were any side effects and which compound and method of application produced the best economic results for the farmer. The experiments extended over the period 1958—1960.

## MATERIAL AND METHODS

### Materials

The organophosphorous compounds in this study were commercial samples of Etrolene<sup>(R)</sup> in the form of a wettable powder, or bolus each containing 40% active ingredient, and experimental samples of Ruelene<sup>(R)</sup> as a wettable powder containing 25 per cent of the active compound, and 45% injection and 3% and 5% solutions for skin application, all from the Dow Chemical Company.

<sup>1</sup> Etrolene is a trademark of the Dow Chemical Company. Also known in the U.S.A. and Canada by the proprietary name Trolene.

<sup>2</sup> Ruelene is a trademark of the Dow Chemical Company and is known in Australia and New Zealand by the proprietary name Mintrel.



### Animals Used

The cattle were of many breeds, both beef and dairy, both young stock and adults including a considerable number of pregnant females.

The animals were selected at random and allocated to the different treatment groups. Approximately 35% of the animals were left untreated to serve as Controls.

The animals were identified by the numbers on their ear tags and were those which had been running together during the preceding summer and thus had an equal opportunity to become infested with the parasite.

### Treatments

The dose of the systemic insecticide was administered according to the live weight.

Treatment was carried out between the 29th October and 19th December, 1958, with the exception of those animals in experiments XV and XVI which were carried out in January and February 1959 respectively, to ascertain whether later dosing resulted in significant side reactions.

Further extensive field trials were carried out on 17 farms in the U.K. by Dow Agrochemicals Limited staff between the 30th October, 1959, and 31st May, 1960, involving a total of 886 cattle.

### Treatments used

The following table summarizes the different treatments, dosages, formulations and methods of administration used in the Autumn of 1958.

Table I

Insecticide	Method Application	Route of Administration	Formulation	Approx. dose mg/kg.	Method of Administration
Etrolene . . . .	Bolus	Oral	Bolus, each containing 15 g Active Drug	110	Balling gun
Etrolene . . . .	Drench	Oral	Suspension prepared from a 40% wettable powder	110	Drenching gun with knapsack reservoir
Ruelene . . . . .	Drench	Oral	Suspension prepared from a 25% wettable powder	25	Drenching gun with knapsack reservoir
Ruelene . . . . .	Median-dorsal	The skin of the back	3% solution in oil	30	Poured from a jug.
Ruelene . . . . .	Spray	The skin of the back	Suspension prepared from a 25% wettable powder	28 & 56	Powder Sprayer at 150 lbs. pressure

The following table summarizes the treatment, dosages, formulations and methods of administration in the Autumn and Winter 1959.

Table II

Insecticide	Method of Application	Route of Administration	Formulation	Active Ingredient mg/kg.	Method of Administration
Etrolene . . . .	Drench	Oral	Suspension prepared from a 40% wettable powder	110	Drenching gun with knapsack reservoir
Ruelene . . . . .	Drench	Oral	Suspension prepared from a 25% wettable powder	60 & 90 in Expt. XV	Drenching gun with knapsack reservoir
Ruelene . . . . .	Brush	The skin of the back	Suspension prepared from a 25% wettable powder	45	Poured on to the skin and scrubbed in with a brush
Ruelene . . . . .	Spray	The skin of the back	Suspension prepared from a 25% wettable powder	50	A hand-operated sprayer at 100 lbs. p.s.i.
Ruelene . . . . .	Intra-muscular injection	Intra-muscular	Solution in oil containing 450 mg/ml.	10	Deep intra-muscular injection into the gluteal region
Ruelene . . . . .	Median dorsal	The skin of the back	5% solution in oil	50	Applied along the dorsal mid-line with a large metal douching syringe

### Location of Trials

Our 32 field trials were carried out between October 1958 and May 1960 in the following counties: Norfolk (6), Suffolk (1), Nottinghamshire (4), Lincolnshire (1), Gloucestershire (1), Herefordshire (1), Leicestershire (2), Berkshire (5), Aberdeenshire (1), Kent (2), Oxfordshire (1), Northamptonshire (2), Wiltshire (1), Hampshire (2), East Lothian (1).

### Counts of Ox Warbles

All animals were examined on at least two occasions for evidence of warbles between April and June 1959. At these examinations the total number of warbles on each animal was counted and their distribution on the animal's back plotted by the use of a specially designed wire grid the squares of which were 2" × 2". This technique eliminated the possibility of error due to counting warbles twice at successive examinations. In practice it was found that the highest count approximated very closely to the total ascertained by the grid method.

In the experiments of the following year the animals were examined for the presence of warbles on at least two occasions between the 3rd March and 31st May, 1960. In

view of our findings in 1958—59 it was decided to dispense with the laborious grid method of counting and to take the highest total warble count at any one time as the total number of warbles for the season.

No attempt was made to differentiate between the larvae of *H. bovis* and *lineatum* in the field experiments, but in Exp. XVI (1958) when an autopsy was carried out, Mr. W. N. Beesley identified the larvae present.

### Blood Cholinesterase Examinations

The two compounds are cholinesterase inhibitors. It was therefore decided to investigate the effect of therapeutic doses on the blood cholinesterase level of treated animals and to compare these figures with those of the untreated control animals. The method used was the rapid whole blood method described by Jolly and Ratcliffe (1958).

All cattle were blood-sampled immediately before and on the second, fifth and eighth days after treatment.

In view of the fact that these levels had been maintained at a safe and satisfactory level in the previous year's trials, it was decided to dispense with this part of the experiment in 1959.

### Clinical Observations

All animals were examined by a veterinary surgeon before and after treatment.

When in one case transient side effects occurred, one animal was purchased and sacrificed. At the postmortem a careful examination of the neural canal was undertaken.

### Bodyweights

All animals in this trial were weighed at the time of dosing and during and after completion of each experiment and the dose administered according to the liveweight ascertained by a portable weighing crush.

In addition a tape measure reading was taken and compared with the weights, but found inaccurate. The estimates of experienced herdsman were found close to the weights of the cattle and would be sufficiently accurate for practical purpose.

### Residue analyses in the milk

In order to establish the residue of Ronnel in the milk of lactating cows after oral medication with Etrolene, the analytical method MLE. 58.15 for the determination of 0,0-dimethyl-0-(2,4,5 Trichlorophenyl) phosphorothioate in bovine fat was modified by Dr. A. M. Worden of the Nutritional Research Unit, Hutingdon. The principle of this method is that the active compound is extracted with acetonitrile. After the evaporation of the acetonitrile the Ronnel is saponified with a methanol solution of sodium hydroxide producing 2,4,5-trichlorophenol. The basis solution is then acidified, thereafter the 2,4,5-trichlorophenol is steam-distilled, determined photometrically with 4-amino antipyrine as a measure of the active ingredient. As a preliminary Dr. Worden prepared a standard solution and attempted a recovery of the active ingredient after the various procedural details, including saponification, distillation and constructed calibration curves. Recoveries were of the order of 80%—86%. Attention was then paid to the recovery in the presence of butter fat and whole milk.

It was believed that the excretion of the active ingredient from the cow would be in the milk fat itself, but Dr. C. O. Harvey of the British Government Chemists

Department suggested that the recovery in the presence of whole milk should be attempted. There were many difficulties which had to be overcome and it was found that a minimum quantity of about 1 gallon of milk was necessary.

Eight distillations were required for each determination and the protein in the milk at first had to be removed successfully. Recoveries of the added 0,0-dimethyl-0-(2,4,5 trichlorophenyl) phosphorothioate were then up to 88%, a figure considered satisfactory by the British Government authorities.

### **Study of the Behaviour of Cattle after Etrolene Treatment Coupled with the Use of Back Rubbers Impregnated with 0,0-dimethyl-0-2,4,5 trichlorophenyl phosphorothioate**

Two farms were selected which were reasonably isolated, on one (Chosley) the cattle were treated with Etrolene and then turned out to pasture on fields on which backrubbers were erected by stringing barbed wire between trees covering them with a solution of miscible oil containing 44% Ronnel, called Nankor 44E, dissolved in a mixture, 3 parts of diesel oil and one part of unused engine oil.

The treatment was renewed every six weeks by adding another small quantity of this diluted solution of Nankor 44E.

At the beginning of the experiment, the animals had to be driven through the backrubbers, but thereafter, they got used to them and used them frequently.

On the other farm (Docking) the cattle were not treated against warble fly and no treatment of the animals with a residual insecticide was attempted.

## **RESULTS**

### **Control of the Warble Fly larvae**

Table III summarises the results of the two years work. Tables IV—XIV show the results of each treatment in detail. Tables IV—VIII cover the 1958—59 results, and tables IX—XIV cover the results in 1959—60.

As far as Etrolene, 0,0-dimethyl 0-2,4,5 trichlorophenyl phosphorothioate is concerned, our results confirm those for one application obtained in the USA cited above and amplify the data published for the U.K. by Harrison (20) and Kendal (30). The lower reduction of warble fly larvae after bolus application might be explained by the ability of certain cattle to regurgitate the bolus and dispose of it secretly.

Our results on Ruelene confirm for the U.K. the data on oral and dermal applications published by McGregor, Ludwig and Wade (43) and Swanson et al. (61) in the USA and amplify them by our findings regarding intra-muscular application.

As will be seen from the summary of results given in Table III, the results of treatment with both compounds and all methods of application were very satisfactory with the exception of the bolus of Etrolene and the Ruelene by mouth in the 1958—59 series (Table V). These results with Ruelene were markedly improved in the 1959—60 series (Table X) when the dosage was increased.

In the treated animals of both series trials there were a small proportion of animals which showed a markedly greater number of warbles per head than the rest of the group.



Table III  
Summary of results 1958—1960

No. of Trials	No. of Cattle	Treatment	Method of Administration	Dose Mg/Kg	Total No. of Warbles	Average No. of Warbles per animal	Cattle Infected		% Reduction in No. of Warbles in treated cattle	Table Number
							No.	%		
16	201	Etrolene None	Drench	110	155 1033	0.8 7.0	61	30	89	IV
16	146						101	70		
7	67	Etrolene None	Bolus	110	92 217	1.3 3.3	30	20	60	V
7	65						52	34		
12	90	Ruelene None	Drench	25	346 726	3.8 7.4	58	64	51	VI
12	98						70	72		
3	50	Ruelene None	Spray	28 & 56	53 302	1.0 14.6	11	22	93	VII
3	21						21	100		
5	44	Ruelene None	Median Dorsal	30	46 233	1.0 5.5	19	43	82	VIII
5	42						26	62		
14	152	Etrolene None	Drench	110	155 1437	1.0 8.1	53	35	88	IX
14	177						145	82		
16	183	Ruelene None	Drench	60	307 1855	1.7 9.0	83	45	81	X
16	206						173	84		
9	108	Ruelene None	Brush	50	126 1086	1.1 8.7	34	33	87	XI
9	125						117	94		
12	129	Ruelene None	Intra muscular Injection	10	91 1740	0.7 10.2	25	19	93	XII
12	170						153	90		
6	64	Ruelene None	Median Dorsal	50	36 1007	0.6 11.2	15	23	95	XIII
6	90						80	88		
3	44	Ruelene None	Spray	50	55 808	1.2 13.5	9	20	91	XIV
3	59						53	93		

Table IV  
Results of etrolene drench treatments 1958—1959

Experi- ment Number	Untreated Cattle					Treated Cattle					% Reduc- tion
	No. of Cattle	Total No. of Warbles	Av. No. of Warbles	% of Cattle Affected	No. of Cattle Affected	No. of Cattle	Total No. of Warbles	Av. No. of Warbles	% of Cattle Affected	No. of Cattle Affected	
I	7	29	4.1	57	4	7	6	0.9	43	3	80
II	3	8	2.6	67	2	6	2	0.3	17	1	89
III	11	60	5.4	63	7	12	2	0.2	8	1	96
IV	20	14	0.7	24	5	21	2	0.1	10	2	86
V	10	59	5.9	70	7	10	32	3.2	70	7	46
VI	9	11	1.2	55	5	8	4	0.5	25	2	59
VII	5	53	10.6	100	5	5	6	1.2	60	3	89
VIII	8	43	5.4	50	4	16	5	0.3	25	4	94
IX	11	77	7.0	55	6	22	20	0.9	40	9	87
X	23	214	9.3	91	21	45	45	1.0	33	15	89
XI	8	91	11.4	100	8	16	9	0.5	44	7	96
XII	3	47	15.6	100	3	6	18	3.0	67	4	81
XIII	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	—
XIV	3	45	15.0	100	3	2	2	1.0	50	1	93
XV	9	68	7.5	100	9	8	0	0	0	0	100
XVI	12	214	17.8	100	12	13	2	0.2	15	2	99

### Results of etrolene bolus treatments 1958—1959

Experi- ment Number	Untreated Cattle				Treated Cattle				% Reduc- tion	
	No. of Cattle	Total No. of Warbles	Av. No. of Warbles	% of Cattle Affected	No. of Cattle	Total No. of Warbles	Av. No. of Warbles	% of Cattle Affected		No. of Cattle Affected
I	7	29	4.1	57	4	6	0.8	25	4	82
III	12	60	5.0	75	9	19	1.4	30	4	74
IV	20	14	0.7	25	5	0	0	0	0	100
V	11	59	5.3	73	8	48	4.8	90	9	10
VI	8	10	1.2	62	5	12	1.5	25	2	0
XII	4	0	0	0	0	0	0	0	0	—
XIII	3	45	15.0	100	3	7	2.3	100	3	85

### Results of ruelene drench treatment 1958—1959

Experi- ment Number	Untreated Cattle				Treated Cattle				% Reduc- tion	
	No. of Cattle	Total No. of Warbles	Av. No. of Warbles	% of Cattle Affected	No. of Cattle	Total No. of Warbles	Av. No. of Warbles	% of Cattle Affected		No. of Cattle Affected
I	7	29	4.1	57	4	0	0	0	0	100
II	3	8	2.6	67	2	0	0	0	0	100
III	11	60	5.4	64	7	47	3.9	67	8	28
V	10	59	5.9	70	7	52	5.8	90	8	2
VII	5	53	10.6	100	5	26	5.2	80	4	50
VIII	8	43	5.4	50	4	34	4.2	87	7	20
IX	11	77	7.0	55	6	39	3.3	36	4	50
X	23	214	9.3	91	21	84	3.7	60	14	61
XI	8	91	11.4	100	8	33	5.5	83	5	52
XII	3	47	15.6	100	3	22	7.3	100	3	53
XIII	4	0	0	0	0	0	0	0	0	—
XIV	3	45	15.0	100	3	9	4.5	100	2	70

Table VII  
Results of ruelene spray treatment 1958—1959

Experi- ment Number	Untreated Cattle					Treated Cattle					% Reduc- tion
	No. of Cattle	Total No. of Warbles	Av. No. of Warbles	% of Cattle Affected	No. of Cattle Affected	No. of Cattle	Total No. of Warbles	Av. No. of Warbles	% of Cattle Affected	No. of Cattle Affected	
XV <sup>1</sup>	9	68	7.5	100	9	16	7	0.4	25	4	95
XVI <sup>2</sup>	12	234	19.5	100	12	12	30	2.5	33	4	88
XVI <sup>1</sup>	12	234	19.5	100	12	12	16	1.3	25	3	93

<sup>1</sup> 56 mg/kg dose.  
<sup>2</sup> 28 mg/kg dose.

Table XIII  
Results of ruelene (median/dorsal) treatments 1959—1960

Experi- ment Number	Untreated Cattle					Ruelene-Treated Cattle					% Reduc- tion
	No. of Cattle	Total No. of Warbles	Av. No. of Warbles	% of Cattle Affected	No. of Cattle Affected	No. of Cattle	Total No. of Warbles	Av. No. of Warbles	% of Cattle Affected	No. of Cattle Affected	
II	9	74	8.2	100	9	7	1	0.1	14	1	99
IX	14	66	4.7	86	12	13	14	1.0	38	5	79
XII	8	59	7.4	75	6	6	4	0.6	50	3	92
XIV	18	253	14.0	94	17	12	2	0.2	15	2	99
XV	31	380	12.2	84	26	16	7	0.4	6	1	97
XVI	10	175	17.5	100	10	10	8	0.8	33	3	95



Table VIII  
Results of ruclene median-dorsal treatment 1958—1959

Experi- ment Number	Untreated Cattle					Treated Cattle					% Reduc- tion
	No. of Cattle	Total No. of Warbles	Av. No. of Warbles	% of Cattle Affected	No. of Cattle Affected	No. of Cattle	Total No. of Warbles	Av. No. of Warbles	% of Cattle Affected	No. of Cattle Affected	
I	7	29	4.1	57	4	8	2	0.3	25	2	93
II	3	8	2.6	67	2	4	0	0	0	0	100
III	11	60	5.4	63	7	11	8	0.7	45	5	87
V	10	59	5.9	70	7	10	28	2.8	90	9	53
IX	11	77	7.0	57	6	11	8	0.7	27	3	90

Table XI  
Results of ruclene (brushed in) treatments 1959—1960

Experi- ment Number	Untreated Cattle				Treated Cattle					% Reduc- tion	
	No. of Cattle	Total No. of Warbles	Av. No. of Warbles	% of Cattle Affected	No. of Cattle Affected	No. of Cattle	Total No. of Warbles	Av. No. of Warbles	% of Cattle Affected		No. of Cattle Affected
I	13	15	1.2	46	6	21	10	0.5	14	3	58
II	9	74	8.2	100	9	7	22	3.1	86	6	62
V	9	87	9.6	100	9	7	5	0.7	57	4	93
VI	13	154	11.8	100	13	12	26	2.2	33	4	81
IX	14	66	4.7	86	12	13	2	0.2	13	2	97
XI	18	112	6.2	94	17	12	22	1.8	50	6	71
XII	8	59	7.4	75	6	8	17	2.1	37	3	72
XIII	10	139	13.9	90	9	9	12	1.3	55	5	91
XV	31	380	12.2	84	26	19	10	0.5	5	1	96

Table IX  
Results of etrolene drench treatment 1959—1960

Experi- ment Number	Untreated Cattle					Treated Cattle					% Reduc- tion
	No. of Cattle	Total No. of Warbles	Av. No. of Warbles	% of Cattle Affected	No. of Cattle Affected	No. of Cattle	Total No. of Warbles	Av. No. of Warbles	% of Cattle Affected	No. of Cattle Affected	
I	13	15	1.2	46	6	21	5	0.2	19	4	83
II	9	74	8.2	100	9	7	2	0.3	14	1	96
III	7	0	0	0	0	7	0	0	0	0	—
IV	7	13	1.9	71	5	7	5	0.7	28	2	63
V	9	87	9.6	100	9	7	3	0.4	28	2	96
VIII	10	119	11.9	100	10	9	9	1.0	67	6	93
VI	13	154	11.8	100	13	12	22	1.8	68	7	85
IX	14	66	4.7	86	12	13	14	1.0	38	5	79
XI	18	112	6.2	94	17	13	1	0.07	8	1	99
XII	8	59	7.4	75	6	7	7	1.0	28	2	87
XIII	10	139	13.9	90	9	9	20	2.2	88	8	84
XV	31	380	12.2	84	26	18	61	3.3	60	11	73
XVI	10	175	17.5	100	10	10	5	0.5	33	3	97
XVII	18	44	2.4	72	13	12	1	0.8	9	1	97

Table X  
Results of ruelene drench treatments 1959—1960

Experi- ment Number	Untreated Cattle				Treated Cattle				% Reduc- tion
	No. of Cattle	Total No. of Warbles	Av. No. of Warbles	% of Cattle Affected	No. of Cattle	Total No. of Warbles	Av. No. of Warbles	% of Cattle Affected	No. of Cattle Affected
I	13	15	1.2	46	22	17	0.7	27	6
II	9	74	8.2	100	7	9	1.3	57	4
III	7	0	0	0	7	0	0	0	0
IV	7	13	1.9	71	7	6	0.8	50	3
V	9	87	9.6	100	7	10	1.4	57	4
VI	13	154	11.8	100	12	44	3.7	75	9
VIII	10	119	11.9	100	9	23	2.5	88	8
IX	14	66	4.7	86	13	18	1.4	46	6
X	11	165	15.0	100	11	58	5.3	90	10
XI	18	112	6.2	94	15	17	1.1	53	8
XII	8	59	7.4	75	7	7	1.0	57	4
XIII	10	139	13.9	90	9	46	5.1	100	9
XIV	18	253	14.0	94	17	29	1.7	35	6
XV <sup>1</sup>	31	380	12.2	84	18	3	0.2	17	3
XVI	10	175	17.5	100	10	20	2.0	33	3
XVII	18	44	2.4	72	12	0	0	0	0

<sup>1</sup> Dose of Ruelene increased by 50%.

Table XII  
Results of ruclene (injection) treatment 1959—1960

Experi- ment Number	Untreated Cattle					Treated Cattle					% Reduc- tion
	No. of Cattle	Total No. of Warbles	Av. No. of Warbles	% of Cattle Affected	No. of Cattle Affected	No. of Cattle	Total No. of Warbles	Av. No. of Warbles	% of Cattle Affected	No. of Cattle Affected	
II	9	74	8.2	100	9	5	0	0	0	0	100
VI	13	154	11.8	100	13	12	29	2.4	25	3	80
VIII	10	119	11.9	100	10	9	1	0.1	10	1	99
IX	14	66	4.7	86	12	13	11	0.8	38	5	83
X	11	165	15.0	100	11	11	34	3.1	82	9	80
XI	18	112	6.2	94	17	12	2	0.2	15	2	97
XII	8	59	7.4	75	6	7	5	0.7	14	1	91
XIII	10	139	13.9	90	9	12	7	0.6	33	3	96
XIV	18	253	14.0	94	17	9	0	0	0	0	100
XV	31	380	12.2	84	26	18	2	0.1	5	1	99
XVI	10	175	17.5	100	10	9	0	0	0	0	100
XVII	18	44	2.4	72	13	12	0	0	0	0	100



Table XIV

Experiment Number	Untreated Cattle					Ruelene-Treated Cattle					% Reduction
	No. of Cattle	Total No. of Warbles	Av. No. of Warbles	% of Cattle Affected	No. of Cattle Affected	No. of Cattle	Total No. of Warbles	Av. No. of Warbles	% of Cattle Affected	No. of Cattle Affected	
XIV	18	253	14.0	94	17	9	0	0	0	0	100
XV	31	380	12.2	84	26	25	2	0.08	8	2	99
XVI	10	175	17.5	100	10	10	53	5.3	70	7	70

Table XXI

Piglet No.	Weight in Kg.	Route of Administration	Day	Time	Dose rate of active drug	Dose of Etrolene	Result
298	4.00	Per os	26. 7. 1960	11 a. m.	50 mg. per kg.	0.5 gr.	Survived
299	3.25	Per os	26. 7. 1960	11 a. m.	50 mg. per kg.	0.4 gr.	Survived
300	3.25	Per os	26. 7. 1960	11 a. m.	100 mg. per kg.	0.8 gr.	Survived
301	2.75	Per os	26. 7. 1960	11 a. m.	100 mg. per kg.	0.7 gr.	Survived
302	3.00	Per os	26. 7. 1960	11 a. m.	200 mg. per kg.	1.5 gr.	Survived
303	2.00	Per os	26. 7. 1960	11 a. m.	200 mg. per kg.	1.0 gr.	Survived
304	2.75	Per os	26. 7. 1960	11 a. m.	500 mg. per kg.	3.5 gr.	Survived
305	2.25	Per os	26. 7. 1960	11 a. m.	500 mg. per kg.	2.8 gr.	Survived

Table XV

The Number and Percentage of Treated Animals having more than four warbles each

	Number of Cattle treated	Number of Cattle with more than four Warbles	Insecticide	Method of Application	Percentage of Cattle with more than four Warbles
1958/59 .....	201	12	Etrolene	Drench	6%
1958/59 .....	67	6	Etrolene	Bolus	9%
1958/59 .....	90	33	Ruelene	Drench	36%
1958/59 .....	44	0	Ruelene	Median Dorsal Ap- plication	0%
1958/59 .....	50	5	Ruelene	Spray	10%
1959/60 .....	152	9	Etrolene	Drench	6%
1959/60 .....	183	22	Ruelene	Drench	12%
1959/60 .....	64	1	Ruelene	Median Dorsal	1.6%
1959/60 .....	129	7	Ruelene	Intra- muscular injection	5%
1959/60 .....	44	2	Ruelene	Spray	5%
1959/60 .....	108	6	Ruelene	Brush	5%

The criterion of four warbles per head was selected because the greatest drop in price occurs when hides have more than four warble holes. The average number of treated cattle showing more than 4 warbles per head is 5.5%. It seems possible that these animals were dosed at a time when the warble larvae were in such a position in the host animal that they were in receipt of a poor host blood supply. In view of the fact that a single dose of these compounds gives a high level of the systemic insecticide in the blood for a limited period (not more than 36 hours), it seems likely that these larvae were able to escape the lethal effects of treatment, and to emerge subsequently in the animals back. Alternatively this might be a result of a difference in sensitivity to these insecticides between the various stages of the Warble fly (65).

Multiple applications of Etrolene have been tried with excellent results by French, F. E., E. S. Raun and J. B. Herrick (18), Kohler et al. (35), Raun and Herrick (54), Rugoff and Kohler (56), Weintraub et al. (66) in North America, and by Kenny and Thornberry in Ireland (31 and 32); these authors found that 3 applications of 45 mg/kg gave an outstanding reduction of warbles in 330 bullocks one and two years of age.

Table XVI

Insecticide	Number of Treatments	Cumulative dose of Active Ingredient mg/kg	No. of Cattle	Average number warbles per head	Reduction %
None .....	—	—	166	23	NIL
Etrolene ....	One	45	184	3.5	84
Etrolene ....	Two	90	57	0.98	96
Etrolene ....	Three	135	4	0.07	99

The effect of Ronnel on the blood cholinesterase level had been studied by Knapp et al. (34).

### Blood cholinesterase levels following treatment

The effect of single dose treatment of the two systemic insecticides on the blood cholinesterase values in our experiments has been compiled in the following table:

Table XVII

Insecticide	Method of Administration	Dosage mg/kg	No. of animals	Percentage of animals with cholinesterase level % of normal				
				100%	87.5%	75%	62%	50%
Untreated	—	—	106	73.0	20.7	4.75	1.3	0.0
Etrolene 40% Wettable Powder	Drench orally	110	192	40.5	30.0	21.0	7.8	0.7
Etrolene	Bolus orally	110	59	20.0	17.0	34.0	23.7	5.3
Ruelene 3%	Median dorsal dermally	30	45	44.4	37.7	13.3	4.6	0.0
Ruelene 25% Wettable Powder	Drench orally	25	93	69.9	23.8	4.2	2.1	0.0
Ruelene 25% Wettable Powder	Spray	28 and 56	42	66.6	19.1	11.9	2.4	0.0

Jolly and Ratcliffe (28) regarded a reduction of more than 50% as approaching the danger level. None of the animals in the 1958—59 trials had blood cholinesterase values below this figure and the majority had levels of 87.5% of normal or higher.

### Clinical Observations

We observed in a small proportion of treated cattle immediately after treatment, an increase in frequency of bowel action, more fluid faeces seldom amounting to diarrhoea, slight abdominal discomfort in some cases resulting in grunting, lethargy, a slight arching of the back and reduced food consumption and sometimes ataxia of the hind quarter reported before (6, 7, 65). All observers agree that these symptoms disappeared 48 hours after treatment without the use of antidotes. In neither series of trials involving a total of 1132 treated cattle, were any serious side effects noted. Ataxia was seen only in Experiment XV in 1958—59, which has already been described by Bracewell as "mild and transient" (7). In both series of trials all treated animals were completely normal within 48 hours of treatment.

The mortality amongst the treated cattle during the six months of the trial was no higher than amongst the untreated animals. Those animals which did die were all examined post-mortem by a veterinary surgeon. In no case were there any pathological findings which might be attributed to any of the treatments used.

The results of these two series of field trials show that the two compounds tested provide a safe method of controlling the Warble Fly of cattle.

As American reports indicated that the transient side effects may have resulted from an anaphylactic shock caused by large larvae of *H. bovis* being killed by the systemic insecticides in the neural canal of the host when treatment was continued *after* the time considered safe, i.e. into February. In the above mentioned Experiment XVI, seven animals out of thirtyeight treated on February 11th showed slightly more severe side effects, which were also transient. One was purchased and sacrificed for autopsy on February 16th, by which time it was clinically normal. Mr. W. N. Beesley of the Central Veterinary Laboratory, Weybridge, searched for Warble fly larvae. 14 dead larvae of *Hypoderma bovis* were found in the neural canal and in the epidural fat close to large blood clots and considerable jellified serous exudate and two dead larvae were found subcutaneously (Bracewell and Schurr, 7).

In 1959—60, only one animal in Experiment XV showed anything other than mild and transient effects. This animal was normal 48 hours after treatment. Five animals died during the 1958—59 series and two during the 1959—60 series. None of these deaths could be in any way associated with the treatment and none took place earlier than one month after treatment.

None of the pregnant females treated showed any adverse effect on pregnancy, or subsequent fertility.

Bodyweights

Increased weight gains had been reported after medication with Etrolene (4, 6, 25, 47) and after Ruelene (60, 62). We recorded markedly improved liveweight gains in cattle treated with both Etrolene and Ruelene. Turner and Gaines had observed that weight gains depended on the type diet (62) and we found also that these gains were most marked in beef-type cattle, which were maintained on a high nutritional plane after early treatment (October—November) and were wintered indoors.

When considering our overall results it should be borne in mind that they include some out-wintered cattle who in fact lost weight during the trial. With the same Warble fly control, the weight gains following oral treatment are much better.

In this connection the anthelmintic activity of both Etrolene (R) and Ruelene (R) cannot be overlooked.

Table XVIII below summarises the results of all trials, including those where the level of feeding was inadequate.

Table XVIII  
Results with ETROLENE, 1957—1960

Classification	No. of Trials	No. of Cattle	Average daily gain of treated cattle over untreated
Treated groups better than control . . . .	12	198	+ 0.26 lbs.
No difference . . . . .	2	54	—
Control better than treated group . . . . .	6	103	— 0.21 lbs.

Table XIXa  
Results with RUELENE 1959—60 after oral application

Classification	No. of Trials	No. of Cattle	Average daily gain of treated cattle over untreated
Treated groups better than control . . . .	8	83	+ 0.31 lbs.
No difference . . . . .	1	10	—
Control better than treated groups . . . . .	3	29	— 0.18 lbs.



**Table XIXb**  
Results with RUELENE 1959—1960 by other than oral application

Classification	Insecticide	Method of Administration	No. of Trials	No. of Cattle Treated	Average daily gain over control
Treated groups better than control	Ruelene	Spray	0	0	—
	Ruelene	Dorsally	3	36	+ 0.44 lbs.
	Ruelene	Brush	2	26	+ 0.30 lbs.
	Ruelene	Injection	4	37	+ 0.38 lbs.
No difference	Ruelene	Spray	1	25	—
	Ruelene	Dorsally	1	7	—
	Ruelene	Brush	0	0	—
	Ruelene	Injection	1	9	—
Control group better than treated group	Ruelene	Spray	2	19	— 0.26 lbs.
	Ruelene	Dorsally	2	21	— 0.61 lbs.
	Ruelene	Brush	4	35	— 0.27 lbs.
	Ruelene	Injection	4	40	— 0.33 lbs.

The weight gain studies show that the systemic insecticides Etrolene and Ruelene when administered orally give improved liveweight gains more consistently than do the spray, median dorsal application, back-scrub or injection of Ruelene.

#### Anthelmintic studies with Etrolene and Ruelene

As Etrolene, which is given orally, is associated with good weight gains and as after oral Ruelene improved weight gains were found very much more often than with dermal and intra-muscular treatment, it was decided to assess the anthelmintic properties of Ruelene and Etrolene, at the same time as evaluating their systemic insecticide action.

230 young animals on 10 farms between the ages of 6 and 18 months were included in this study. Faeces samples were taken before treatment and at six, fourteen and thirty-five days post treatment. The samples were examined for the presence of nematode eggs, and the results are summarised in the following table.

**Table XXIIa**

Insecticide	No. of Animals	No. of Trials	Average No. of eggs per gramme faeces			
			1st Count	2nd Count	3rd Count	4th Count
None .....	67	10	27	27	29	31
Etrolene .....	76	10	31	11	20	16
Ruelene .....	87	9	34	8	8	8

The above results show that both compounds, particularly Ruelene, markedly depress nematode egg production, and that this depression is maintained for at least 35 days after treatment. It was unfortunate that the excessively dry summer of 1959 appears to have resulted in very low worm burdens in these cattle. Had this not been so it is probable that the results would have been even more striking.

This confirms the finding of Anthelmintic activity of Etrolene (6, 23, 67) and of Ruelene (16, 60).

Residue Analyses in the Milk

Cows in mid-lactation were dosed at a rate 30% higher than normally recommended, i.e., at 145 mg/kg, the milk was collected at the end of the first 24 hours and again after 36 hours and analysed by Dr. Worden with the results to table XX.

Table XX

Cow No.	1	2	3
Body weight .....	1512 lbs.	1512 lbs.	1250 lbs.
Total dose of Ronnel .....	102 grams	97.5 grams	81.9 grams
Milk yield 24 hours after treatment .....	8440 millilitres	12,330 millilitres	4885 millilitres
Milk yield 26 hours after treatment .....	4440 millilitres	5350 millilitres	2495 millilitres
Total Ronnel excreted over the first 24 hours .....	9.54 milligrams	3.62 milligrams	1.783 milligrams
Ronnel content in milk .....	1.1 ppm.	2.9 ppm.	0.35 ppm.
Total Ronnel excreted from 24—26 hours .....	1.27 mgs.	0.29 mgs.	0.6 mgs.
Ronnel content in milk .....	0.27 ppm.	0.05 ppm.	0.24 ppm.

From these analytical results by Dr. A. Worden it was concluded that after 24 hours the Ronnel content in the milk had fallen to less than 1/2 ppm. and would be safe for human consumption. On the first day of treatment it might be prudent to withhold the milk from human consumption and feed it to domestic animals. For this purpose, an experiment was designed in which the milk of two cows in mid-lactation were fed to 2 calves and 12 pigs. One cow was treated with Etrolene at the rate of 110 mg/kg and her milk was fed to one calf and 6 pigs. The other cow was untreated and her milk was fed to one calf and 6 pigs.

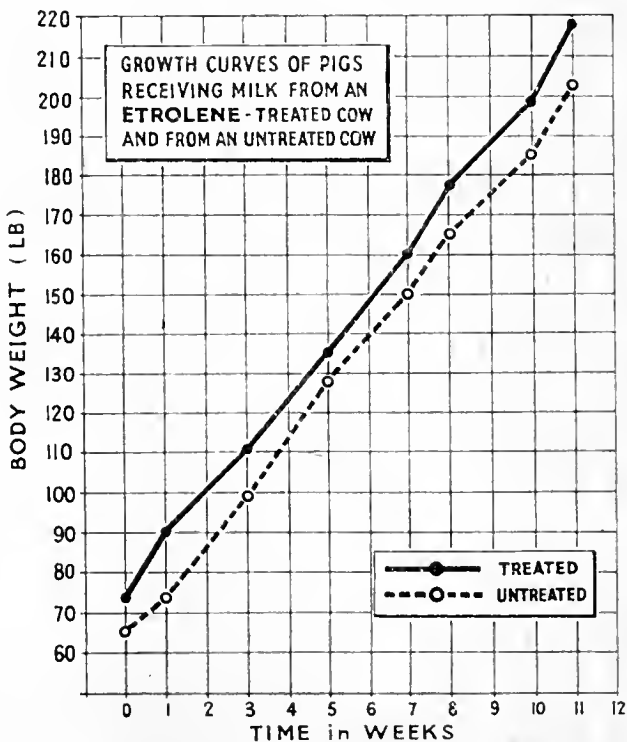


Fig. 1.

The pigs received  $\frac{2}{3}$  of the cows milk and the calves  $\frac{1}{3}$ . Both calves and pigs developed normally and showed no difference in clinical picture or weight. This experiment was repeated and this time two calves and 6 pigs were used and 1 calf and 3 pigs fed twice daily from an Etrolene treated cow while another calf and three pigs were fed from the milk from an untreated cow.

The calves and pigs were not affected in any way after being fed with the treated milk and the pigs were weighed regularly for two months and their weights are shown in the fig. 1.

No difference between the average of the treated and untreated pig weights could be detected.

In order to ascertain whether very young piglets were adversely affected by large single doses of Etrolene, we asked Dr. K. C. Sellers of the Animal Health Trust to carry out an experiment on 14 day old piglets which were treated with various doses of Etrolene; the piglets were weighed and Etrolene administered orally up to a level of 500 mg of active ingredient per kg of bodyweight. All the piglets survived, but some piglets showed a mild diarrhoea twentyfour hours after administration of the test product.

Table XXI summarises the results of this experiment.

This experiment shows that it would be safe to feed to domestic animals the milk, which is withheld from human consumption for the first day, after treatment of lactating cows with Etrolene.

### **Behaviour Studies of Cattle Treated with Etrolene Orally and Later in the Season by Ronnel in a Backrubber on the Pasture**

The animals were observed all summer during the fly season on both farms. At one, the cattle had been treated with Etrolene in the Autumn in order to kill the Warble Fly and used backrubbers which were impregnated with another formulation of Ronnel with the same active ingredient. It was a bad fly season and on the untreated farm gadding was frequent and the animals were very restless, while on the treated farm the cattle were quiet, seemed content and no gadding took place.

### **Discussion**

Systemic insecticides are a great step forward in warble fly control:

1. Because they prevent the damage by the fly larvae to the prime beef and hide.
2. The timing of the treatment is far less critical than the dermal derris treatment in the spring. Animals can be treated at the time of autumn purchase of stores, bringing in from hill pasture, TB testing, etc. The treatment can therefore be carried out when labour is readily available any time between the beginning of September and the end of the year.
3. The treatment involves far less labour.
4. In most cases, one application of systemic insecticide is sufficient where several (at least three) derris treatments are required.

As with meticulous application and supervision, even the derris treatment is capable of reducing the warbly fly infestation to an economically insignificant level (38, 44, 48), the treatment with systemic insecticide would seem to enable veterinarians and farmers to stamp out warble fly as an economic factor. This could be done in the U.K. by enforcing the existing warble fly order or a modification thereof by much more policing and fines for those who observe it by ignoring it or by economic incentives for control measure using a systemic insecticide.

Table XXIIb  
The economics of increased weight gains (based on a price of £ 7.10.0 per live cwt. i. e. 54 kg)

Farm	Breed	Days	Untreated Cattle		Cattle Treated with Etrolene		Increase over Untreated		
			No. of Cattle	Av. Weight gain per head in lbs.	No. of Cattle	Av. Weight gain per head in lbs.	lbs. per head	%	Value per head s. d.
B. Parsons .....	A. A. X. Guernsey	127	2	212	5	270	58	27	77 3
P. R. Parsons ....	Friesian	127	5	43	5	51	8	19	10 9
Wye College .....	Sussex	124	3	167	3	194	27	16	36 2½
Wye College .....	Ayrshire	124	5	122	4	145	23	19	30 9½
Wye College .....	A. Angus	124	2	196	2	240	44	22	59 0
J. K. Elliott .....	Highland X	106	14	70	13	98	28	40	37 6
W. Irlam .....	Friesian	109	4	13	5	38	25	92	33 6
Askham Bryan Institute of Agr. ...	Friesian	134	20	199	21	230	31	16	41 6
Totals and Averages			55	1022	58	1266	31	24	41 6



Our research work shows that such an economic incentive does now exist in the weight gains obtained with oral applications of Etrolene and Ruelene under good feeding conditions, as can be seen from the table XXII b.

As some animals are kept on a low nutritional level the extra value of treated animals in such cases could not repay the cost of treatment, but the Ministry of Agriculture might provide an incentive to induce all farmers to use systemic insecticides. This could be a differential in the price support by paying more for treated than for untreated beasts.

It would seem therefore that the effective control of the warble fly is now practical and economic with systemic insecticides, and the wide use of this technique either by legislation or by the popularisation of the economic advantages could soon eliminate this pest as an economic factor.

### CONCLUSIONS

1. Large scale field trials in 1958—59 and 1959—60 confirmed under British conditions the American findings, that the systemic insecticide Etrolene given orally as a drench at a dose of 110 mg/kg body weight, between September and December, gave excellent control of the larvae of the ox-warble fly (*Hypoderma bovis* and *lineatum*). — 2. A large proportion of the orally treated animals showed considerably improved live-weight gains as compared with the untreated control animals. — 3. Very mild and transient side reactions were occasionally observed in treated animals; these were more marked in animals treated late in the winter. — 4. Blood cholinesterase levels of the animals treated with Etrolene were only slightly reduced (12.5—25%) and in no case did they fall by more than 50%. — 5. A new systemic insecticide, Ruelene (4-tert-butyl-2 chlorophenyl methyl methyl phosphoramidate) given orally, brushed on to the skin, as a spray, as a median dorsal oily application, or as an intramuscular injection gave excellent warble fly control when applied from September to December. — 6. Blood cholinesterase levels of the cattle treated with Ruelene were only slightly reduced (12.5%—25%) and in no case did they fall by more than 50%. — 7. Improved weight gains were shown more consistently by those animals receiving oral medication with Ruelene than those receiving it by dermal or intra-muscular application. This suggests that this sequel may be at least partially due to the anthelmintic effect of the compound as well as its insecticidal activity. — 8. Both Ruelene and Etrolene were shown to have a marked anthelmintic effect in young cattle when given orally at dosages of 60 mg/kg and 110 mg/kg respectively. — 9. There is no residue of Etrolene in the body fat or the muscle if the treatment is carried out at least two months prior to slaughter. — 10. If milk of lactating cows is withdrawn for 24 hours from human consumption the milk is practically free of residue and safe for human consumption. — 11. The milk during this withdrawal period can be fed to calves and piglets without any ill effects. — 12. The widespread use of oral applications of Etrolene or Ruelene would be justified on economic grounds as at British meat prices the weight gains obtained by this treatment, coupled with good feeding, pays for the treatment several times over. — 13. The widespread use of the systemic insecticides would make it possible to repeat on a countrywide scale, the result of the Ministry of Agriculture's Isle of Wight experiment, i. e. to reduce the warble fly population to economically insignificant levels. It is likely that this could be achieved in a few years and thereafter the treatment with systemic insecticides will be confined to imports and the occasional outbreak centres. — 14. The application of systemic insecticides for warble fly control, together with the use of Nankor as back-rubber prevents gadding and thus saves a great deal of weight loss and milk during the fly season when gadding frequently occurs.

### BIBLIOGRAPHY

1. ADKINS, Th. R. Jr. "Field Evaluation of DOW-ET-57 As a Systemic Insecticide for the Control of the Common Cattle Grub in Alabama." *Journal of Economic Entomology*. 50(4): 474—476. 1957. — 2. AHMED, MOSTAFA KAMAL and CASIDA, J. E. "Metabolism of Some Organophosphorous Insecticides by Micro-organisms." *Journal of Economic Entomology*. 51(3): 59—63. February 1958. — 3. AHMED, MOSTAFA KAMAL, CASIDA, J. E. and NICHOLS, R. E. "Bovine Metabolism of Organophosphorous Insecticides." *Agricultural and Food Chemistry*. 6(10): 740—746. October 1958. — 4. ALBERT, W. W., SMITH, B. G., MITCHELL, G. E. Jr. and BEUMANN, A. L. "Effect of Organic Phosphorous Boluses of Grub Count and Feed Lot Performance of Beef Steers." *Journal of Animal Science*. 17(4): 1201. December 1958. — 5. ANON. "ET-57. A New Systemic Insecticide Promising in Cattle Grub Control." *Agricultural Chemicals*. 11(7): 43. July 1956. — 6. ANON. "Trolene" (DOW-ET-57). The First Animal Systemic Insecticide. The Dow Chemical Company ACD Information Bulletin No. 108. October 1957. (Form No. 138—11). — 7. BRACEWELL, C. D.

- and SCHURR, H. R., 1960. "A field Trial of Two Systemic Insecticides for Use Against Ox Warbles." *Veterinary Rec.* 72: 281—3. — 8. BROADY, V. E., DOROUGH, H. W. and ATKIN, B. W., 1960. Selective Toxicity and Animal Systemic Effectiveness of several Organophosphates. *Journal of Economic Entomology*. 53: 6—8. — 9. BRUNETT, H. M., MCGREGOR, W. S. and BUSHLAND, R. C. "Systemic Cattle Grub Control with Bayer 21/199 Spray." *Agricultural Chemicals*. 12(6): 36, 37, 123. June 1957. — 10. BURNS, E. C. and GOODWIN, E. E. "Tests with DOW-ET-57 and Bayer 21/199 Against Cattle Grubs in Southwest Louisiana." *Journal of Economic Entomology*. 51(4): 545. August 1958. — 11. BURNS, E. C., McCRAINE, S. E. and MOODY, D. W. "Korlan and Co-Ral for Horn Fly Control on Cable Type Back Rubbers." *Iowa Economic Entomology* in press. 1959. — 12. BURNS, E. C. and NEUSON, L. D., 1958. "Cattle Grub Control with Systemic Insecticides." *Louisiana Agriculture*. 1: 10—11. — 13. CRENSHAW, G. L. "DOW-ET-57. A systemic Animal Insecticide." *Down to Earth*. 12 (3): 4—7. Winter 1956. — 14. DAUTERMEN, W. C., CASIDA, J. E., KNAABE, F. B., LANCE, R. D. and NIEDERMEIER, R. P., 1958. Bovine metabolism of organophosphate insecticides. Metabolism and residues associated with oral administration of Dimethoate to rats and then lactating cows. *Journal Agricultural and Food Chemistry*. 7: 188—23. — 15. DAVIS, W. M. and JONES, E., 1932. Extension work on the control of Warble Flies. *Journal Ministry of Agriculture*. London. 39(9): 805—813. — 16. DOUGLAS, J. R. and BAKER, N. F., 1959. Ruelene, an organic phosphate as an Anthelmintic in sheep. *Journal A.V.M.A.* 135, No. 11: 567—569. — 17. DeFOLIART, G. R. and GLENN, M. W. "Cattle Grub and Lice Control in Wyoming with DOW-ET-57." *Down to Earth*. 13(3): 4—5. 1957. — 17a. DeFOLIART, G. R., GLENN, M. W. and ROBB, T. R. Field Studies with Systemic Insecticides Against Cattle Grubs and Lice. *Journal of Economic Entomology*. 51(6): 876—879. — 17b. ENTOMOLOGY RESEARCH DIVISION. Insecticide Recommendations of the Entomology Research Division for the Control of Insects Attacking Crops and Livestock, 1959 Season. U.S. Dept. Agric. Handbook 120, 129 pp. — 18. FRENCH, F. E., RAUN, E. S. and HERRICK, J. B. Trolene and Dowco 109 as Feed Additives for Grub Control. *Iowa State College. Journal of Science*. 33(2): 119—121. November 15, 1958. — 19. GRAHAM, O. M., 1958. Tests with Bayer 21/199 for the control of Cattle grubs. *Journal of Economic Entomology*. 51: 359—360. — 20. HARRISON, I. R., 1958. The effect of DOW-ET-57 on Warble Fly larvae and lice infestation in cattle. *Veterinary Record* 70, 849. — 21. HATCH, C. "The Control of Warble Fly (*Hypoderma* Spp.) in Cattle in Ireland by Oral Administration of Trolene (DOW-ET-57)." *The Irish Veterinary Journal*. 12(8): 150—156. August 1958. — 22. HATCH, C., 1959. Further Trials with Trolene against Warble Fly larvae. *Irish Veterinary Journal* 13: 193—197. — 23. HERLICH, H. and JOHNSON, J. M. "Critical Tests on the efficacy of DOW-ET-57 as an Anthelmintic in Cattle." *The Journal of Parasitology*. 43(5): 19, Section 2. October 1957. — 24. HEWITT, R. et al. "Carbamoyl Alkyl Phosphorodithioates as Chemotherapeutic Agents: Effects of Dimethoate Against Grubs in Cattle." *Journal of Economic Entomology*. 51(4): 445—450. August 1958. — 24a. HOWELL, D. E., TAYLOR, R. T. and ALLISON, W. E. Cattle Grub Control with Systemic Insecticides. *Oklahoma Agric. Expt. Sta. Bull.* B-513, 11 pp. — 25. JONES, C. M. and MATSUSHIMA, J. "Effects of Ronnel on Control of Cattle Grubs and Weight Gains of Beef Cattle." *Journal of Economic Entomology*. 52(3): 524—525. June 1959. — 26. JONES, C. M. "Cattle Grub Control with Ronnel." *Journal of Economic Entomology*. 52(3): 524—525. June 1959. — 27. Jones, R. H. and BRUNETT, H. M. "Ranch Tests Against Cattle Grubs with the Systemic Insecticide DOW-ET-57." *Agricultural Chemicals*. 12(7): 45, 96—97, July 1957. — 28. JOLLY, D. W. and RATCLIFFE, B. D., 1958. A Field Method for measuring blood cholinesterase of animals. *Veterinary Record* 70, 289. — 29. KAPLANIS, J. N., HOPKINS, D. E. and TREIBER, G., 1959. Studies on dermal and oral treatments of cattle with P 32 labelled Co-Ral. *Agricultural Food Chemistry*. 7(7): 483—486. — 30. KENDALL, S. B. "DOW-ET-57 and Warble Flies (*Hypoderma* in Cattle)." *Veterinary Record* 70(33): 486. June 7, 1958. — 31. KENNY, J. E. and THORNBERRY, H. "Systemic Insecticides with Special Reference to DOW-ET-57 (Trolene)." *The Irish Veterinary Journal*, 12(L): 4—5. January 1958. — 32. KENNY, J. E. and THORNBERRY, H., 1959. "Trolene" (DOW-ET-57) trials, 1958 to 1959. *The Irish Veterinary Journal*, 13(9): 176—180. — 33. KHAN, M. A., THOMPSON, C. O. M. and PELHAM, W. C., 1959. Co-Ray sprays for systemic control of the cattle grubs *Hypoderma bovis* (L) and *H. lineatum* (DeVill). *Can. Journal Anim. Sci.* 39: 115—120. — 34. KNAPP, F. W., TERHAAR, C. J. and ROAN, C. C. "Field Studies with Feed and Bolus Formulations of DOW-ET-57 for Control of Cattle Grubs." *Journal of Economic Entomology*, 51(2): 119—122. April 1958. — 35. KOHLER, P. H., ROGOFF, W. M. and DUXBURY, R. N., 1959. Continuous individual feeding of systemic insecticides for control of cattle grubs. *Journal of Economic Entomology*. 52(6): 1233—1235. — 36. KRUEGER, H. H. and O'BRIEN, R. D. Relationship between metabolism and differential toxicity of metabolism in insects. *Journal of Economic Entomology*. 52(6): 1959. — 37. KRUEGER, H. R., CASIDA, J. E. and NIEDERMEIER, R. P., 1959. Bovine metabolism of organophosphorous Insecticides.

- Metabolism and residues associated with dermal application of CoRal to rats, and a cow. *Agricultural & Food Chemistry*. 7: 182—188. — 38. KÜHL, R., 1958. Der gegenwärtige Stand der Dassel­fliegenforschung. *Zeitschrift für angewandte Entomologie*. 43(1): 77—99. — 39. LINDQUIST, A. W. "DOW-ET-57. A Promising Systemic Insecticide for Control of Cattle Grubs." Proceedings—North Central Branch Entomological Society of America. 11: 3—4. 1956. — 40. LLOYD, F. R., 1960. Eradication of the Warble Fly on the Elveden Estate of Lord Iveagh. Personal communication. — 41. MARQUARDT, W. C. and FRITTS, D. H. "Control of Cattle Grubs by an Orally Administered Organic Phosphate Compound." *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 131(12): 562—563. December 15, 1957. — 42. MCGREGOR, W. S. and BUSHLAND, R. C. "Tests with DOW-ET-57 Against Two Species of Cattle Grubs." *Journal of Economic Entomology*. 50(3): 246—249. 1957. — 43. MCGREGOR, W. S., LUDWIG, P. D. and WADE, L. L., 1959. Progress Report on Ruelene for cattle grub control. *Down to Earth* 15(2): 2—3. — 44. MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES & FOOD. Isle of Wight 1957. Warble Fly experiment. — 45. NEEL, W. W., "Field Tests with Systemic Insecticides for the Control of Cattle Grubs." *Journal of Economic Entomology*. 51(6): 793—795. December 1958. — 46. NEEL, W. W. "Summary Results from the Southeast on the Effect of Grub Control on Weight Response of Beef Animals." Proceedings—Association of Southern Agricultural Workers. p. 130. February 1959. — 47. NORRIS, M. G. and HOWE, R. G., "Latest Round-Up Report on Trolene (DOW-ET-57). (Dow's Animal Insecticide for Control of Grubs and Other Animal Parasites.) *Down to Earth*. 14(1): 8—10. Summer 1958. — 48. PARISH, W. E., 1957. Preliminary Report of Warble Survey and Eradication Trial, Isle of Wight. Report organisation for warble fly control, OEEC. Paris. — 49. PLAPP, F. W. and CASIDA, J. E. "Animal Metabolism of Insecticides, Bovine Metabolism of Organophosphorous Insecticides, Metabolic Fate of 0,0-Dimethyl 0, (2,4,5-trichlorophenyl) Phosphorothioate in Rats and a Cow. *Agricultural & Food Chemistry* 6(9): 662—667. — 50. PLAPP, F. W. and CASIDA, J. E. "Hydrolysis of the Alkyl-Phosphate Bond in Certain Dialkyl Aryl Phosphorothioate Insecticides by Rats, Cockroaches and Alkali." *Journal of Economic Entomology* 51(6): 800—803. March 1958. — 51. RADELEFF, R. D. and WOODWARD, G. T. "The Toxicity of Systemically Active Insecticides Administered to Livestock." Proceedings—Tenth International Congress of Entomology 3: 737—739. 1956 (1958). — 52. RAUN, Earle S. and HERRICK, J. B., "Clinical Test of the Efficacy of DOW-ET-57 for Grub Control in Cattle." *Journal of Economic Entomology* 50(6): 832. 1957. — 53. RAUN, E. S. and HERRICK, J. B. "Feedlot Tests of the Efficacy of DOW-ET-57 (Trolene) for the Control of Cattle Grubs." *Journal of American Veterinary Medical Association* 131(9): 421—423. November 1, 1957. — 54. RAUN, E. S. and HERRICK, J. B., 1960. Organophosphate systemic as sprays and feed additives to cattle grub control, *Journal of Economic Entomology* 53, 125—126. — 55. ROBERTS, R. H., RATCLIFF, R. D. and KAPLANIS, J. W., 1958. Bioassay of blood from cattle treated with American Cyanamid 12, 880. *Journal of Economic Entomology* 51(6): 861—864. — 56. ROGOFF, W. M. and MOHLER, P. H., 1959. Free choice administration of ronnel in a mineral mixture for the control of cattle grub. *Journal of Economic Entomology* 52(5): 958—962. — 57. ROGOFF, W. M., DUXBURY, R. and KOHLER, P. H. "Cattle Grub Research, We Have Good Indication That Cattle Grubs can be Controlled Economically By Introducing Chemicals into Cattle. South Dakota Farm & Home Research. IX(1): 12—15. November 1957. — 58. ROSENBERGER, G., 1957. Ein neuer Weg der Dasselbekämpfung — erfolgreiche Behandlung der Rinder gegen Wanderlarven. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 64, 19. — 59. ROTH, A. B. and GAINES, W. E. "Tests with DOW-ET-57 Against Cattle Grubs in Oregon. *Journal of Economic Entomology* 50(3): 244—246. — 60. SHAVER, R. J. and LANDRAM, J. E. Progress Report on Ruelene. A New Anthelmintic. *Down to Earth* 15(1): 7—9. — 60a. SKAPTASON, J. S., Spray Characteristics of Co-Ral. *Agric. Chemicals* 14 (9): 39—40, 133, 135. — 61. SWANSON, L. E. and COLLIER, B. L., 1960. The Effects of Ruelene on cattle and grub when administered in late season. *Down to Earth* 16(1): 18—20. — 62. TURNER, Jr. E. C. and GAINES, J. A., 1958. Systemic insecticides for control of cattle grub in Virginia. *Journal Economic Entomology* 51: 582—585. — 63. TOZZINI, F. "The Use of Trolene" (DOW-ET-57) in Veterinary practice." (In Italian) 1958. *Zooprofilassi* 13(3): 175—180. English summary: p. 214. — 64. WADE, L. L. and COLBY, R. W., 1958. "Treatment Time with DOW-ET-57 for Cattle Grub Control." *Journal of Economic Entomology* 51(6): 808—809. — 65. WEINTRAUB, J., RICH, G. B. and THOMPSON, C. O. M., 1959. Timing the treatment of cattle with Trolene for systemic control of cattle grubs *Hypoderma lineatum* Devill and H. *bovis* L. in Alberta and British Columbia. *Canad. J. Animal Sci.* 39, 50—57. — 66. WEINTRAUB, J., THOMPSON, C. O. M. and GNALLY, M. C., 1959. Low level feeding of Trolene for control of the cattle grubs, *Hypoderma lineatum* (DeVill) and H. *bovis* L. *Canad. J. Animal Sci.* 39, 58—63. — 67. WORLEY, D. E. "The Effect of a Single Dose of Trolene (ET-57, DOW CHEMICAL) on Fecal Egg Counts in Wintering Hereford Cattle." *Journal of Parasitology (Research Note)* 43(6): 632, December 1957.



# DIE DOSIS IN INSEKTIZIDPRÜFUNGEN

JAMES R. BUSVINE

London School of Hygiene and Tropical Medicine

Bei den meisten Insektizidprüfungen gilt das Hauptinteresse nicht so sehr den Messungen selbst, als den Vergleichen. Das trifft zu, wenn die Prüfungen die relative Empfindlichkeit der verschiedenen Arten und Stämme sowie die relativen Potenzen verschiedener Insektizide betreffen. Auf jeden Fall ist die Tatsache wichtig, daß die Erfolge solcher Vergleiche sehr von den technischen Verfahren abhängig sind.

Die Messungen von relativen Potenzen oder Empfindlichkeiten können entweder auf der Basis der Dosis oder der Reaktionsgeschwindigkeit gemacht werden; und diese zwei Methoden können ganz verschiedene Resultate geben. Wir werden uns jedoch nur mit der gewöhnlichen Methode der Dosierung und der Ja-Nein-Reaktion („Quantal Response Method“) befassen. Diese ergibt die Dosis/Wirkung-Kurve, aus welcher gleichgiftige Dosen berechnet werden können; und die vorerwähnten Vergleiche fußen auf solchen gleichgiftigen Dosen — u. zw. gewöhnlich auf der mittleren letalen Dosis („LD<sub>50</sub>“).

Selbst innerhalb dieser Grenzen ist es noch möglich, große, durch das Verfahren bedingte Gegensätze zu finden. Wenn daher die Potenzen von DDT,  $\gamma$ HCH und Pyrethrin mit drei verschiedenen Methoden ermittelt werden, bekommen wir die Werte der Tabelle 1. In der Tat sind diese Gegensätze nicht überraschend, wenn man bedenkt, daß einige Methoden nur sehr indirekt Messungen der Giftigkeit geben. Zum Beispiel werden die Insekten oft gezwungen, auf einer Insektizid-Ablagerung eine gewisse Zeit zu kriechen und der Betrag der Ablagerung wird als „die Dosis“ angesehen. Dies kann nur eine Annäherung der wahren Dosis sein, deren bester Maßstab die Menge des Insektizids ist, die die Oberfläche des Insekts verunreinigt. Diese wurde in Methode C bestimmt, die demgemäß zuverlässiger ist als Methode A oder B. Eine noch bessere toxikologische Prozedur ist die Behandlung einzelner Insektenindividuen mit dem Insektizid durch Applikationen oder Injektionen.

Die Dosierung auf einzelne Insektenindividuen ist jedoch oft sehr schwierig, weil sie so klein sind; daher muß man oft eine Methode gebrauchen, in der die Insekten auf einer Insektizid-Ablagerung exponiert werden. Von den zwei Methoden A und B ist die letztere aus verschiedenen Gründen vorzuziehen. Die Bereitung der standardisierten Deposits durch restlose Verdunstung eines flüchtigen Lösungsmittels garantiert nicht eine regelmäßige Größe und Verteilung der Kristalle. Diese Faktoren sind jedoch von hohem Einfluß auf die Aufnahme des Insektizids seitens des Insekts; außerdem ist der Grad der Aufnahme nicht proportional der Depositmenge. Ein solcher Irrtum führt zu einer Reaktion, die ungenügend sensitiv auf die Veränderung der „Dosis“ (Ablagerung) ist und daher zu einer zu flachen Dosis/Sterblichkeits-Kurve. Dies erklärt wahrscheinlich auch die große Abweichung der Potenzen in Tabelle 1.

Hingegen kann man beobachten, daß die Vergleiche, die man durch Methode B erhielt, näher jener der Methode C sind, trotz der anscheinenden Ähnlichkeit von A und B. Der Grund dafür ist, daß die Benützung eines konstanten Volumens Ölfilm, die Aufnahme seitens des Insekts im hohen Grade normiert. Nun hängt die Dosis nur von der Konzentration der Öllösung ab; wenn man die Konzentration verändert, dann verändert sich sofort die Reaktion (d. h. die Sterblichkeit).

Die Methode B wurde zuerst von Busvine und Nash (1953) vorgeschlagen und kürzlich von der Welt-Gesundheits-Organisation für einige Tests angenommen. (Für



Tabelle 1

Vergleich der Potenzen von drei Insektiziden gegen *Pediculus humanus*, *Cimex lectularius* und *Aedes aegypti*, durch drei verschiedene Methoden ermittelt. Methode A, nach Busvine und Barnes (1947); Methode B, nach Busvine und Nash (1953); Methode C, nach Busvine (1946) oder David (1946).

Testmethode	Insekt	Verhältnis der Potenzen		
		DDT	γ HCH	pyrethrins
A Kriechend auf trockener Ablagerung auf Papier	<i>Pediculus</i>	1	200,000	4
	<i>Cimex</i>	1	83,000	2500
	<i>Aedes</i>	1	500	0.17
B Kriechend auf Öllösungsfilm auf Papier	<i>Pediculus</i>	1	24	4
	<i>Cimex</i>	1	17	6
	<i>Aedes</i>	1	53	15
C Aufnahme von zerstäubtem Öl	<i>Pediculus</i>	1	18	0.7
	<i>Cimex</i>	1	10	13
	<i>Aedes</i>	1	≤ 2	≤ 9

Tabelle 2

Einfluß der Temperatur auf Messungen der Empfindlichkeit der Wanzen und Flöhe auf Ölfilm Ablagerungen (Nach Busvine und Lien, 1960).

			LC 50 (%)		
			20°C	25°C	30°C
DDT	<i>Cimex</i>	♂	1.3	1.5	1.5
		♀	0.65	0.95	0.9
	<i>Xenopsylla</i>	♂	0.70	0.64	0.60
		♀	0.62	0.50	0.60
Dieldrin	<i>Cimex</i>	♂	0.18	0.13	0.065
		♀	0.16	0.11	0.050
	<i>Xenopsylla</i>	♂	0.35	0.14	0.11
		♀	0.22	0.14	0.11

Tabelle 3

Einfluß der Temperatur auf Messungen der Empfindlichkeit der Mücken (*Anopheles atroparvus*) gegenüber Insektiziden; Methode Busvine und Nash (1953). Ergebnisse ausgedrückt in Konzentrationen in Risella-Öl. „Warm“ = 25—28°C. „Kalt“ = 13—17°C. (Nach Ungureanu et al., 1960).

Bedingungen		DDT		Dieldrin		γ HCH	
Während Behandlung	Nach Behandlung	blut-ernährt	zucker-ernährt	blut-ernährt	zucker-ernährt	blut-ernährt	zucker-ernährt
Warm	Warm	3.3	1.6	0.43	0.60	0.06	0.13
Kalt	Kalt	3.3	1.3	0.92	> 4.0	0.18	0.20
Warm	Kalt	0.76	0.8	0.52	0.77	0.06	0.14
Kalt	Warm	> 4.0	3.3	1.4	> 4.0	0.18	0.20

Mücken, Papatasimücken, Bettwanzen, Raubwanzen und Flöhe.) Der Vorteil dieser Methode ist der, daß sie Einfachheit (bei den Feldtesten!) mit genügender Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit verbindet.

Nichtsdestoweniger darf man nicht vergessen, daß, da sich die Insekten bei ihren Bewegungen auf dem Papier selbst begiften, es einen weiteren Faktor im Test gibt, und dieser von den Bedingungen der Umgebung, ganz unabhängig, beeinflußt werden kann. Es scheint z. B., daß der Grad der Aufnahme vom Licht und von der Überfüllung des Raumes durch Insekten beeinflußt wird. Einige Faktoren, wie Temperatur, beeinflussen sowohl die Aufnahme wie die nachfolgende Vergiftung. Daher vermehrt eine steigende Temperatur gewöhnlich die Bewegungen der Insekten und vergrößert dadurch den Grad der Aufnahme aller Insektizide. Aber während steigende Temperatur die Vergiftung durch  $\gamma$ HCH und Dieldrin zu beschleunigen scheint, gibt es oft einen negativen Temperaturkoeffizienten bei DDT-Vergiftungen. Bei DDT wirkt daher der Einfluß der Temperatur auf die Aufnahme im Gegensatz zu ihrem Einfluß auf die Vergiftung, so daß diese Wirkungen sich gegenseitig aufheben. Aber bei  $\gamma$ HCH und Dieldrin wirken beide Einflüsse bei dieser Art von Versuchen zusammen und vergrößern dadurch die Sterblichkeit (Tabellen 2 und 3).

#### SCHRIFTTUM

BUSVINE, J. R. (1946). *Ann. appl. Biol.* 33, 271. — BUSVINE, J. R. and BARNES, S. (1947). *Bull. ent. Res.* 38, 81. — BUSVINE, J. R. and NASH, R. (1953). *ibid.* 44, 371. — BUSVINE, J. R. and LIEN, J. (1961). *Bull. Wld. Hlth. Org.* 24, 509. — DAVID, W. A. L. (1946). *Ann. appl. Biol.* 33, 133. — UNGUREANU, E. M. et al. (1960). *Wld. Hlth. Org. Inform. Circ. Resistance No. 20*, 9. — WORLD HEALTH ORGANIZATION (1960). 10th Rpt. Expert Committee on Insecticides. *Tech. Rpt. Ser. No. 191*.

## SELECTIVE ADSORPTION OF MOLECULES FROM BEESWAX FILMS BY MEANS OF FINELY DIVIDED POWDERS

WALTER EBELING

University of California, Los Angeles

When a dust of finely divided sorptive particles such as silica aerogels and certain clays was allowed to settle on films of dyed beeswax or on the bodies of dyed insects, the gradual change in color of the particles to that of the dye indicated the rate of adsorption and migration of the wax over the surface of the particles or particle aggregates. Wax can be shown to migrate upward through a silica aerogel aggregate to a distance of 10 to 20 microns in 2 hours. Powders such as pyrophyllites, talcs, gypsums, carbonates, sulfur, and botanicals, with little ability to cause desiccation of insects by removal of their lipoid protective layer, also showed no ability to adsorb wax in visible quantities.

The adsorption of beeswax from films on glass or plastic vials with successive contacts with sorptive powders diminished as an exponential function of the number of contacts, reaching an asymptote when 30 to 45% of the wax was adsorbed. This indicates that adsorption is selective, removing only certain molecules. It is assumed that the molecules removed at the surface of the insect's lipid layer are replaced by others below and that there is a progressive removal of molecules until the lipid-protein interface is reached. The resulting increase in intermolecular space then allows the relatively small water molecules to escape to the surface. Only about one-sixth of the wax molecules need be removed to cause the death, by dehydration, of some insects.

# RELATION OF LIPID ADSORPTIVITY OF POWDERS TO THEIR SUITABILITY AS INSECTICIDE DILUENTS

WALTER EBELING

University of California, Los Angeles

Finely divided powders of sorptive materials such as certain silica aerogels and clays are able to adsorb the wax off the bodies of insects, resulting in their desiccation. Nonsorptive powders, such as pyrophyllites, talcs, sulfur carbonates, gypsums, and botanicals, do not have this ability. Insects were treated with sorptive and nonsorptive powders before treatment with toxicants. The pretreatment with sorptive powders caused *Drosophila pseudoobscura* to be less susceptible to organophosphorous toxicants, but caused the cockroach *Blattella germanica* to be more susceptible to all insecticides tested.

As diluents, the sorptive powders decreased the effectiveness of the organophosphorous insecticides against both *Drosophila* and *Blattella*, but increased the effectiveness of Sevin (1-naphthyl-n-methylcarbamate) against *Blattella*.

In experiments with termites (*Kaloterms* and *Zootermopsis*) it was found that pretreatment with sorptive powders decreased the period required to kill the insects with Dibrom (dimethyl-1,2-dibromo-2,2-dichloroethylphosphate). However, when used as diluents, these same powders decreased the effectiveness of Dibrom so severely that the termites died of desiccation before any toxic action was evident (3.2 to 5.5 hours). On the other hand, when the nonsorptive powders were used as diluents, the termites were paralyzed in 43 minutes (*Kaloterms*) and 22 minutes (*Zootermopsis*).

Sorptive powders decrease the toxicity of insecticide dusts because they adsorb the toxicant to such an extent that it is less effectively adsorbed by the insect cuticle than when nonsorptive dusts are used. Of the insecticides tested, DDVP (0,0-dimethyl-2,2-dichlorovinylphosphate) and Dibrom were the most susceptible to adsorption by the diluent.

## "ROGOR" (Dimethoate) A NEW SYSTEMIC INSECTICIDE

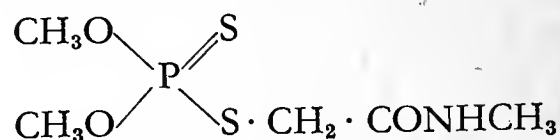
Q. A. GEERING

During the past 19 years since the first systemic organophosphorus insecticide, schradan was produced in Germany, the search for new compounds of this type has been directed towards two main goals —

- (a) Lower mammalian toxicity.
- (b) Activity against a wider range of pest species.

There are now twelve other systemic organophosphorus insecticides commercially available for use on crops, and of these four show a remarkable improvement in greatly lowered toxicity to mammals, i.e. dimethoate, morphothion, demeton-methyl, thiometon. The use of the majority of organophosphates to date has, however, been restricted to the control of aphids and spider mites—and at present, economic factors of increasing importance demand that new compounds should control the widest possible range of pests.

Dimethoate ("Rogor" is now a registered trade name) represents one of the latest significant advances towards the two goals noted above. Chemically dimethoate is 0.0-dimethyl-S-(methyl carbamoylmethyl)phosphorothiolothionate; molecular formula  $(\text{CH}_3)_2\text{P}(:\text{S})\cdot\text{SCH}_2\text{CO}\cdot\text{NHCH}_3$ , of the following structure:



The toxicology of dimethoate has been reported on by O'Brien (1959), Kaplanis et al. (1959), Edson and Noakes (in press). The comparative toxicity of dimethoate and other systemic organophosphorus insecticides is summarised in Table 1, from which it will be seen that the material has a much greater margin of safety to users than any other previous compound. Its margin of safety is such that dimethoate was the first systemic organophosphorus insecticide to be used in Great Britain which was not registered as a poisonous substance.

Extensive residue studies on a wide range of temperate and tropical crops have been reported by Chilwell and Beecham (1960), who state that "At 7 days after application dimethoate residues are below 2 ppm. in 97% and below 1 ppm. in 78% of the samples, a level which is insufficient to cause cholinesterase depression in mammals. Entomological investigations have shown that the plant remains toxic to aphids for 10 to 21 days after spraying, and for longer periods with some fruit boring flies. This observation is in agreement with that of Dautermann et al., who showed that the LD 50 of dimethoate to houseflies is more than one thousand times greater than to rats."

Dietary feeding trials of the type reported by Edson and Noakes led to the setting up of a "safe residues limit" of 2 ppm. After considering all these results, the British Government Advisory Committee has recommended that dimethoate may be used on any British food crop, subject only to the limitation that an interval of 7 days must be allowed between last application and harvest.

Table 1

Compound	Oral LD 50 mg/kg	Dermal LD 50 mg/kg
Dimefox .....	2 (1.5—3)	5
Schradan .....	5 (4—6)	50—100
Demeton .....	2.5—5	200 (60—300)
Phosphamidon .....	15 (10—20)	125 (60—250)
Demeton-S-methyl .....	40 (30—50)	85 (60—120)
Demeton-methyl .....	50—75	300—400
Thiometon .....	100 (60—130)	> 200
Morphothion .....	200 (135—300)	283 (300—400)
Dimethoate .....	200—400	750—1150

Data from studies by Medical Department, Chesterford Park Research Station. All tests made with commercial formulations, 7 days observation period. Dermal application area decontaminated after 24 hours covered contact. LD 50's quoted for more susceptible rat sex. Figures in brackets are range of values obtained statistically (95% limits) or in series of tests. All values expressed as mg active ingredient/kg weight).



Dimethoate is moderately soluble in water (3%), readily soluble in many organic solvents and adequately stable to aqueous hydrolysis.

The compound, although initially discovered in America, was first developed as an agricultural insecticide in Italy for control of two major pests of olive, viz. *Dacus oleae* and *Prays oleus* in the Mediterranean region. Investigations with Rogor for control of these two pests have been reported by Antongiovanni, Italy (1955/56/57) and by Orphanides, Greece (1958). The Third FAO Meeting on the control of the olive fly (November 1957) also contains results of trials in several regions for the control of olive fly and olive moth.

Subsequent investigations in Great Britain and territories of the British Commonwealth and the Republic of the Sudan have demonstrated that dimethoate will control the following types of pest species on crops, Dipterous larvae in fruits or leaves, spider mites, aphids, microlepidoptera, whiteflies, jassids and scales.

On inert-non-absorbent surfaces deposits of Rogor remain highly toxic to houseflies for several weeks (Hausens 1960). In addition the material may be fed to cattle when effective control of cattle grubs is obtained (Rogoff et al., 1960), but for this purpose it appears that the dosage effective for controlling grubs has undesirable side effects on the animal hosts.

A preliminary summary of experimental work was given by Geering (1959) on the insecticidal activity of dimethoate ("Rogor"). This paper will provide some details on aphid and virus control on crops in Great Britain and overseas, and on control of cotton pests in the Sudan and citrus and soft fruit pests in Australia. The current commercial formulation is a miscible oil solution containing 30% a.i. with wetting and dispersing agents. Currently other types of formulation are under test. In the West Indies, an experimental 3% dust formulation has been used with success on sugar cane for control of froghopper *Aeneolamia varia* Saccharina.

### Control of Virus Yellow on Sugar Beet

Hull (1959) has summarised the results obtained with eight different insecticides used during 1959 for the control of spread of virus yellows on sugar beet. Included in the list is "Rogor" where the decrease of virus incidence and increase in sugar yields compares favourably with the established product for this purpose, demeton-methyl. The inclusion of "Rogor" in those trials was largely the outcome of favourable experimental results obtained during 1958, which was a year of relatively low aphid incidence and moderate infection of virus.

In the eastern sugar beet areas of Great Britain the optimum time for applying systemic insecticides to control *Myzus persicae* is usually during the month of June when the first winged migrants are entering the crop from the over-winter host plants. Hull has worked out the correct infestation level at which to commence spraying, and during 1958 this occurred in the middle of June onwards. The trials were 5 × 5 latin squares repeated in eight different localities comparing two dosage levels of dimethoate with diazinon and demeton-methyl at 6.7 oz./a.i./acre. A single spray was made in 30 gallons per acre (206 litres/hectare). Aphid counts are illustrated in figures 1 and 2 at two of the sites where virus incidence was high. The following points may be noted:

The peak population of green aphids never exceeded one per plant. The effects of reducing the population are well illustrated in Fig. 1, where virus counts in early September were equal to or less than half those on the control, and Fig. 2 where the spray went on later than the optimum date, virus incidence was reduced, but not to the same low level as in Fig. 1. The increases in yield per acre were generally in the

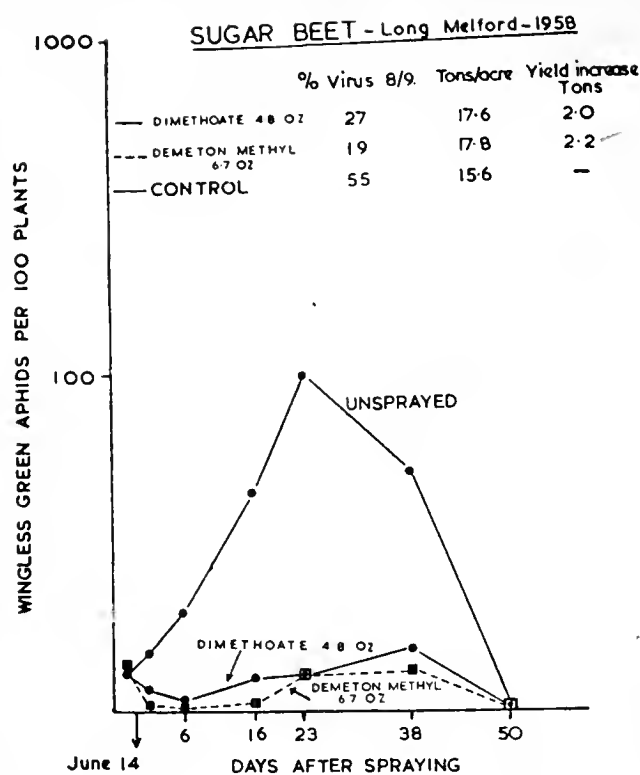


Fig. 1.

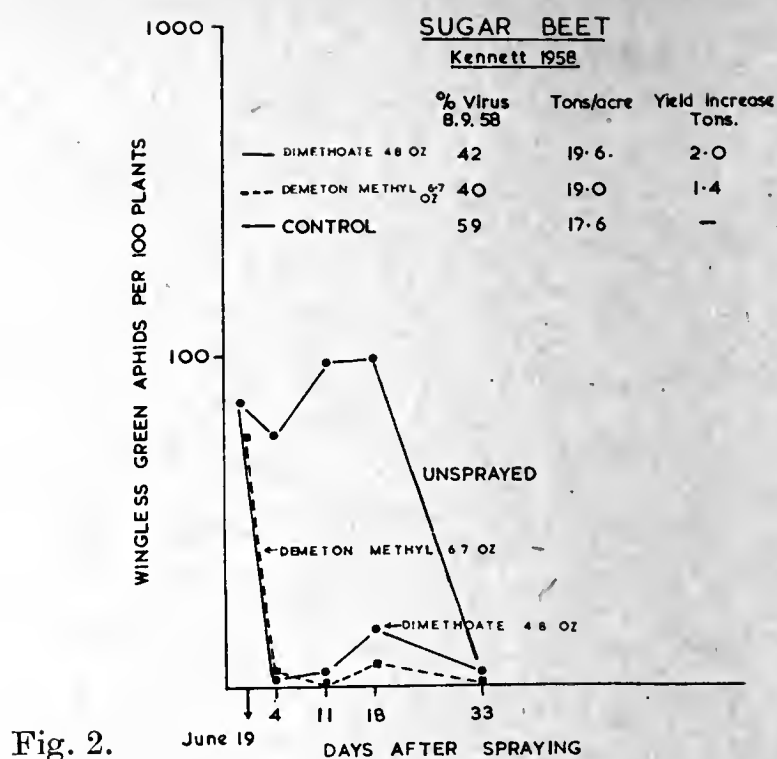


Fig. 2.

Fig. 1. Single spray applied on June 14th controlled the green aphids for a period of 23 days, after which date the population declined naturally.

Fig. 2. The spray was applied rather later than the optimum date and when the population of green aphids was approaching one per plant. Persistence here appeared to last for 18 days, after which point again the population declined naturally.

region of 2 tons to the acre, an increase which is both significant and economically well worth while.

In 1959 aphid populations in Great Britain were extremely high, and in Fig. 3 the number of green aphids per 100 plants during June and July were in the region of 1000 per plant. Under these conditions the systemic sprays still maintained 95% control of the aphids for a period of 13 days.

### Control of *Aphis fabae*

Fig. 4 illustrates the control of *Aphis fabae* obtained on plots of the virus experiment in 1958. The optimum time for spraying to control *A. fabae* in Eastern England is generally later than the time for controlling green aphids.

Control of *Aphis fabae* in 1959 proved to be much more difficult than the control of *Myzus persicae*. Climatic conditions throughout the whole of Great Britain during 1959 were hotter, drier and sunnier than in any previous summer during the century. The dosage of dimethoate which effectively controlled *M. persicae* and virus yellows during both seasons seemed to be inadequate for controlling very high populations of *A. fabae*, where in some areas populations reached 5000 aphids per plant in early July. In Fig. 5 we illustrate the performance of dimethoate and demeton-methyl in a field very heavily populated with *A. fabae*, and it is interesting to compare the behaviour of these two chemicals under the different climates and population levels of the two seasons. In 1958 chemicals appeared to persist for about 15 days after which time the population then built up to the same level as the unsprayed plots. In 1959, however, there appeared to be very little persistent systemic effect, and although populations were reduced immediately after spraying (48 hours), thereafter the aphid numbers increased progressively until 13 days after spraying the numbers were almost the same as on the control plots. It would seem that during the hot, dry drought conditions of 1959, when beet plants were wilting during the greater part of the day, the systemic insecticides

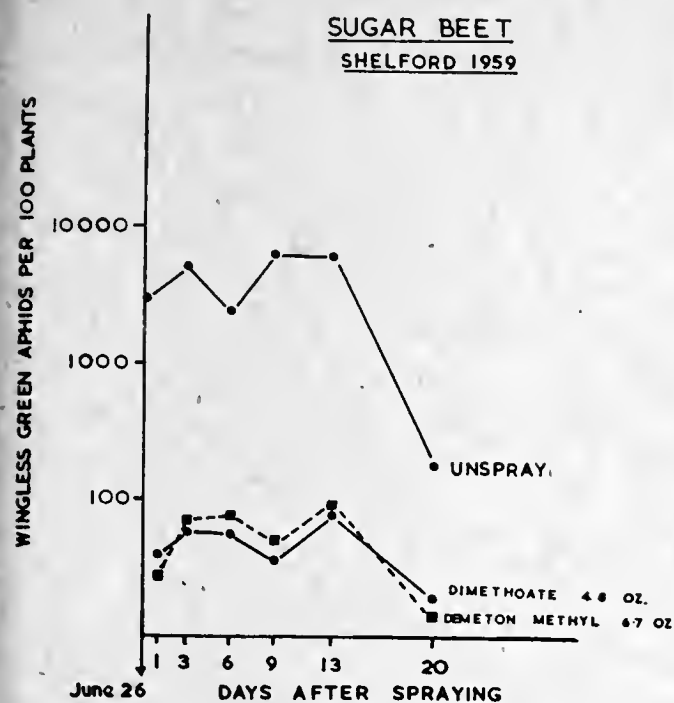


Fig. 3.

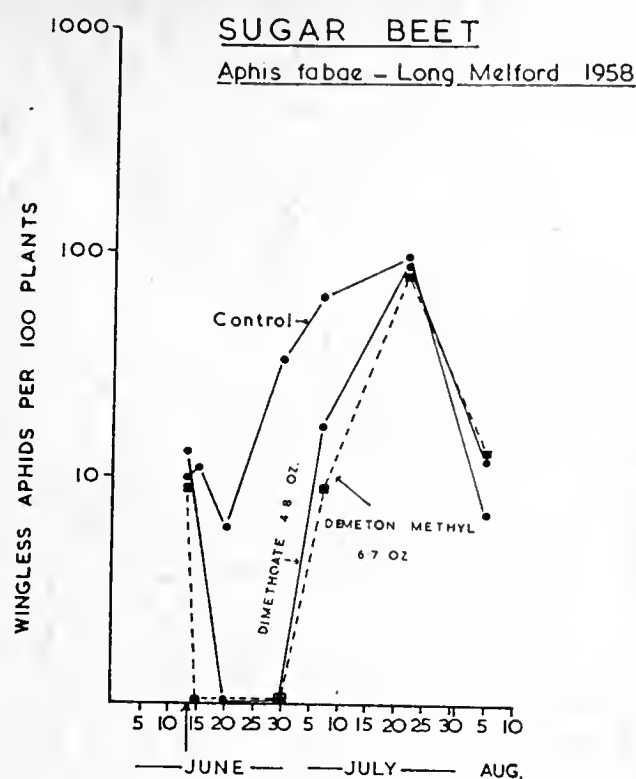


Fig. 4.

were behaving mainly as contact insecticides, and the disturbed physiological state of the plant prevented their absorption and translocation.

As far as dimethoate is concerned, in order to control *Aphis fabae* populations of a high order, a higher dosage appears to be necessary than that required for control of *M. persicae*, and the effect of increasing the dosage to 6 oz./a. i./acre is illustrated in Fig. 6.

Dimethoate has been demonstrated conclusively on several crops to act in a fully systemic manner, particularly when applied to the soil on potatoes and hops. On hops the application of 0.4 gms. a. i./hill completely controlled the Hop Damson Aphis, (*Phorodon humuli*), for a period of six weeks and gave a performance virtually as effective as a similar dosage of Dimefox. The results on potatoes, which demonstrated the systemic action of dimethoate via the soil, also fully illustrated the systemic property of the chemical.

In India, trunk implantation of the formulated material on *Grevillea sp.* has also controlled tea mites<sup>1</sup> breeding on these alternate hosts.

<sup>1</sup> *Brevipalpus australis* and *Oligonychus coffeae*.

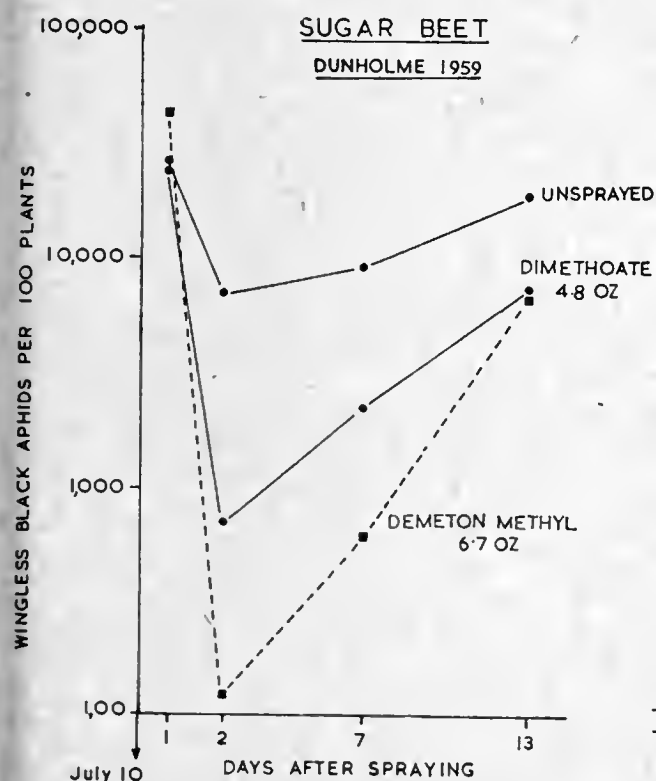


Fig. 5.

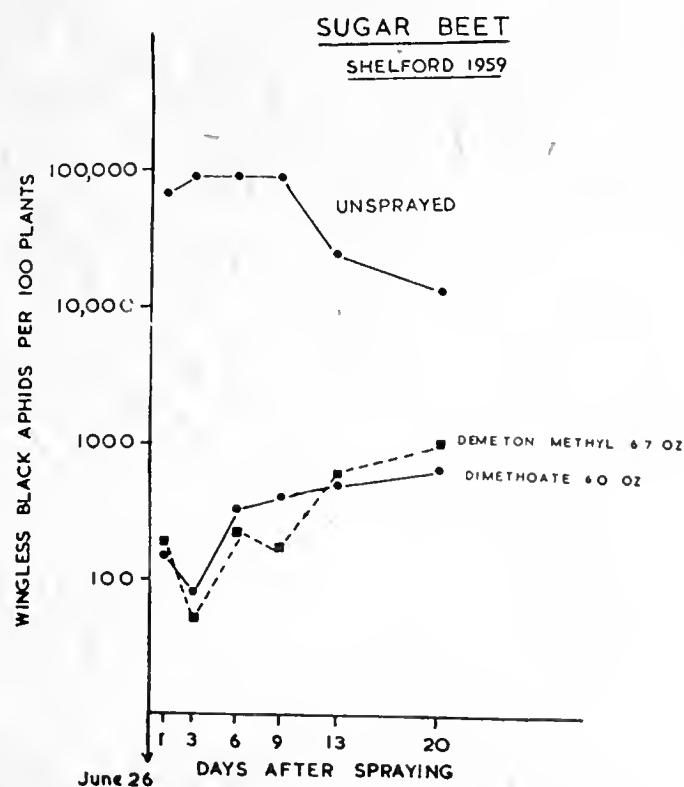


Fig. 6.

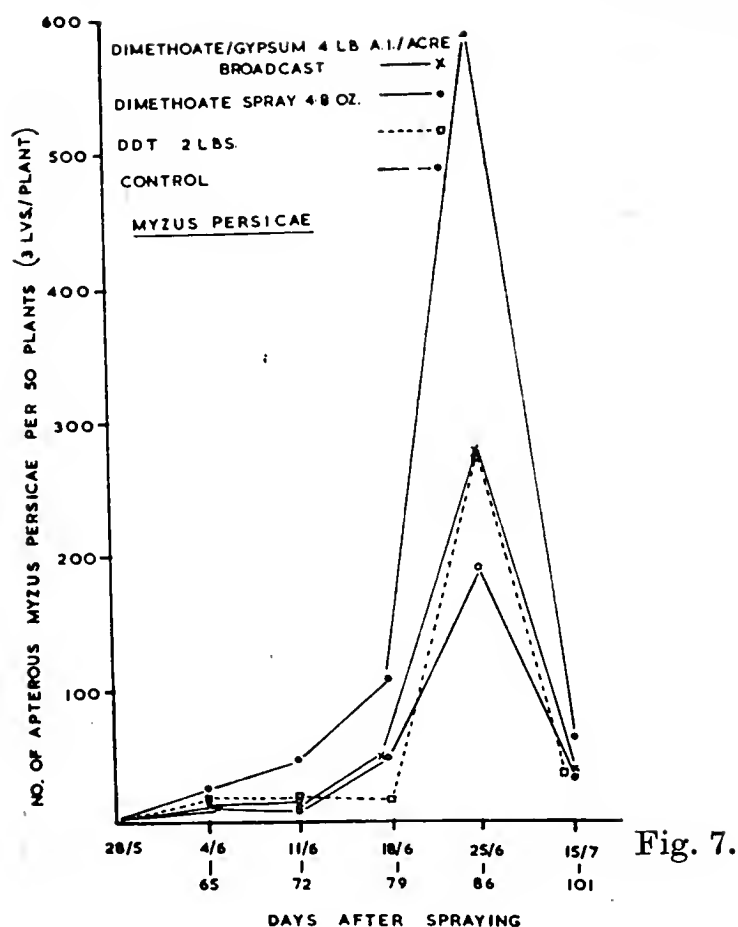
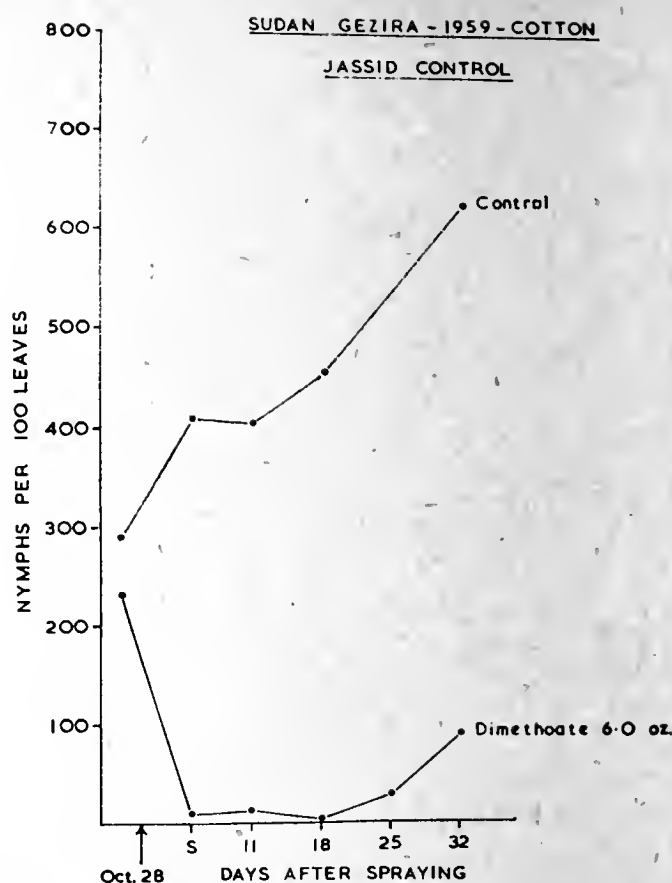


Fig. 7.

Fig. 8.



### Control of potato virus disease

Initial trials utilising dimethoate controlling spread of virus disease, notably leaf roll in potato crops, were carried out by Burt and have been reported in the Annual Report from Rothamsted Experimental Station 1958—1959. In these trials dimethoate was formulated on activated charcoal, and a 50% material was applied with the tubers in the furrow at planting. Plants were completely protected from colonising aphids throughout the season, and seed on being planted the following year showed no incidence of leaf roll, but there was no control of *Rugose mosaic*. Following this promising start we carried out our own trial near Cambridge in 1959 comparing a standard treatment of two-weekly sprays of DDT with two-weekly sprays of dimethoate, and a soil application at planting of 2 lbs. of dimethoate per acre made up on a finely granulated gypsum base. Aphis counts were commenced at 50% emergence of the crop, and are illustrated in Fig. 7. From this it can be seen that control of *Myzus persicae* with the soil application of dimethoate was as effective as the four sprays of DDT, while the best control at the time of peak population was obtained with the sprays of dimethoate. In the following Spring samples of seed harvested from the crop showed that some control of spread of leaf roll had been effected, but no materials gave such good control as had been obtained in earlier seasons by Broadbent. It may be that the very heavy bombardment of the potato crop by aphids in 1959 was the cause of the relatively poor performance on this occasion.

### Control of Tobacco Mosaic

Experiments conducted at the Tobacco Research Board of Rhodesia and Nyasaland have demonstrated that as on sugar beet in Great Britain, *Myzus persicae* can be controlled (on tobacco), and thus reduce the incidence of virus disease within the crop. For treatment of seed beds a drenching technique may be used whereby some of the active ingredient applied is absorbed through the leaves but the majority is taken up through the roots. The rate of application is 4.8 ozs. of active ingredient in 40 galls. of water applied at 1 gall./5 sq.yds. This application is commenced two weeks after germination and applied at 2 weekly intervals. Alternatively spraying is also effective in seed beds. After planting out dimethoate is applied at the rate of 6 ozs. of a. i./acre in 25 galls. of



water. Early plantings required only a single spray, usually in January; while later plantings require three spray applications. These control measures are now officially recommended by the Tobacco Research Board of Rhodesia and Nyasaland.

### Control of other Homoptera

Data have already been published (Geering 1959) on the control of cotton whitefly (*Bemisia tabaci*) in the Sudan by single application of 6 oz./acre of dimethoate. During 1959 in the Sudan Gezira, the same dosage of dimethoate gave control of cotton jassid (*Empoasca lybica*) for a period of 25—30 days. This result is illustrated in Fig. 8.

Early experimental work in Australia by Patterson showed that dimethoate also controls red scale of citrus (*Aonidiella aurantii*) and Johnston (1950) quotes results of trials in Victoria, Australia, where two applications of dimethoate, i. e. one in, December, 1958, and one in March, 1959, produced a crop harvested in October, 1959, of which 70% of the fruit was clean, and 98.8% of the fruit was classified as clean or only lightly infested. The first application in December was at the rate of 6 oz. dimethoate/acre. The second application rate caused ring spotting of fruit, and this feature appears to be the effect of formulations and not due to the active ingredient.

### Control of Dipterous larvae

Reference has already been made to the efficiency of dimethoate in the control of olive fly, *Dacus oleae*, in the Mediterranean region. High volume sprays containing 10.0 oz. a. i. will give effective control for 1 month, and usually only two sprays are required. In New South Wales Australia, dimethoate is now the one recommended material for the control of fruit fly, *Strumeti tryoni*, on soft fruits and tomatoes. Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata*, is also effectively controlled by 8 oz. a. i./100 gallons of spray in other areas.

Mangold fly (*Pegomyae betae*) is not generally regarded as a serious economic pest of sugar beet in Great Britain, but where control has been required this has been achieved with a single application of 1.3 oz. dimethoate/acre.

### Control of Lepidoptera

Some *Microlepidoptera* are effectively controlled by dimethoate, the olive moth, *Prays oleus*, has already been cited. Spray strengths for olive fly also control this pest. The coffee leaf miner (*Leucoptera*) is controlled to the extent of 80% by a spray containing 6 oz. a. i./100 galls. Codling moth (*Carpocapsa pomonella*) in Great Britain can be controlled by three applications at three week intervals, provided first application coincides with the commencement of egg laying. Success in this instance depends on controlling the first stage larvae. The rate of application is 6 oz. a. i./100 galls. spray. Apart from these instances, dimethoate cannot be considered generally as suitable for control of lepidoptera.

### Control of Spider mites

Fruit tree Red Spider Mite (*Metatetranychus ulmi*) and Bryobia Mite (*Bryobia praetiosa*) are well controlled, the latter being the more susceptible of the two species. The relative dosage rates per 100 gallons of spray for high volume treatment are 3.6 oz. and 2.4 oz. a. i. respectively.

These examples serve to indicate that the range of effectiveness of the systemic organophosphorus insecticides can be extended, and the only remaining improvement now required is the reduction of their toxicity to some of the beneficial species of insects, e. g. bees and parasitic *Hymenoptera*. It seems unlikely, however, that this can be attained with any great ease. The wide margin of safety of dimethoate is borne out by its history during the past three years. During this period, extensive use in Great

Britain and overseas has produced no example of death or intoxication of humans, farm stock, gamebirds or fish from its use. Dimethoate is indeed one of the safest organophosphorus insecticides as far as fish are concerned.

#### REFERENCES

- ANTONGIOVANNI, E., Part II — Olivicoltura, No. 5 (1956); Part III — Olivicoltura, No. 1 (1957); Part IV — Olivicoltura, No. 4 (1957). "Rogor—A New Pesticide for Use against the Olive Moth." — CHILWELL, E. D. and BEECHAM, P. T., J. Sci. Food Agric. 11, No. 7, July, 1960. "Residues of 00-Dimethyl S-(N-Methylcarbamoylmethyl) Phosphorothiolothionate (Dimethoate) in sprayed crops." — DAUTERMAN, W. C. et al., Department of Entomology, University of Wisconsin, Madison, Wis. Ag. & Food Chem. 8, No. 2, March—Apr. 1960, pp. 115—119. "Persistence of Dimethoate and Metabolites following Foliar Application to Plants." — EDSON, E. F. and NOAKES, D. N., Medical Department, Chesterford Park Research Station, Saffron Walden, Essex (in press). "The Comparative Toxicity of Six Organophosphorus Insecticides in the Rat." — FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. "Report of the Third FAO Meeting on the Control of the Olive Fly." — HAUSENS, E. J., J. Econ. Ent. 53, 2, pp. 313—317. — JOHNSTON, C. J. R., The Journal of Agriculture, Victoria, 58, 3, pp. 163—169. — KAPLANIS et al., J. Econ. Ent. 1959, 52, 1190. "The Metabolism of Dimethoate in Cattle." — GEERING, Q. A., World Crops, April 1959. "Systemic Insecticides—A Recent Development." — HULL, R., "Dunholme Field Station." Reprinted from Rep. Rothamsted Experiment Station for 1959. — O'BRIEN, R. D., Can. J. Biochem. Physiol., 1959, 37, 1113. "Comparative Toxicology of Some Organophosphorus Compounds in Insects and Mammals." — ORPHANIDIS, P. S., R. A. E. 48, Ser. A, Part 3, March 1960. "Experience sur la lutte contre la mouche de l'olive (*Dacus oleae* Gmel) pendant les années 1957 et 1958. Rapport No. 1. World Congr. Agric. Res. Rome 1959, pp. 1351—1356. Rapport No. 2, T. c. pp. 1357—1362." — ORPHANIDIS, P. S. et al., Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki, 1, No. 5, 1958. "Experiences Concernant l'Efficacite de Certains Insecticides Phosphores sur le *Dacus* de l'olive Effectuees en 1957." — ORPHANIDIS, P. S. et al., Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki, 1, No. 4, 1958. "Recherches Experimentales sur l'action immediate et Residuelle Exercee par quelques Insecticides Phosphores sur le *Dacus* Adulte de l'olive." — ROGOFF, W. M. et al., J. Econ. Ent. 53, 2, pp. 183—187.

## POTENTIATING ACTION OF NON-TOXIC DOSES OF RESERPINE (Serpasil, Ciba) COMPOUNDS ON THE ACTION OF THE ANTI-FOLICS ON *DROSOPHILA MELANOGASTER*<sup>1</sup>

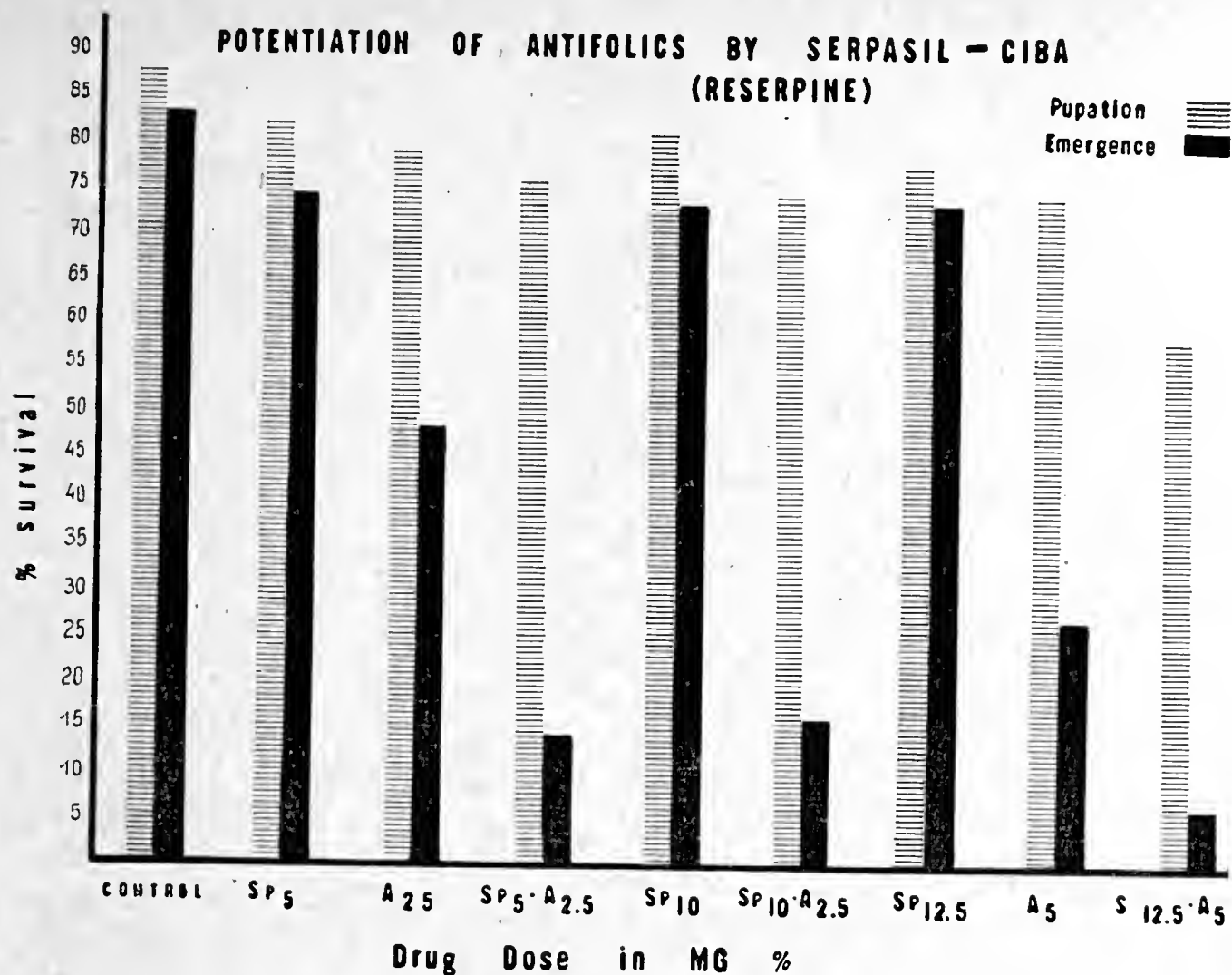
E. D. GOLDSMITH

Department of Histology, Graduate School of Arts and Science and College of Dentistry,  
New York University, New York City, USA

About ten years ago data began to appear which suggested that folic acid was required for the optimum growth of a number of tissues in diverse organisms such as the amphibia, birds and mammals. Since a strain of *Drosophila melanogaster* bearing an hereditary benign melanotic tumor and newly developed folic acid antagonists were available it became of interest to ascertain whether the incidence and growth of these tumors would be influenced by a lack of folic acid.

It soon became evident that no tumor inhibitory effect could be observed at the dosages used. However, the mortality effects were striking. It was pointed out (Goldsmith, Harnly and Tobias, 1950) that the fruit-fly, "a multicellular animal of known genetic

<sup>1</sup> Aided by Grant C-2447, National Cancer Institute, U. S. Public Health Service and a grant from Ciba Pharmaceutica/Co.



Graph 1.

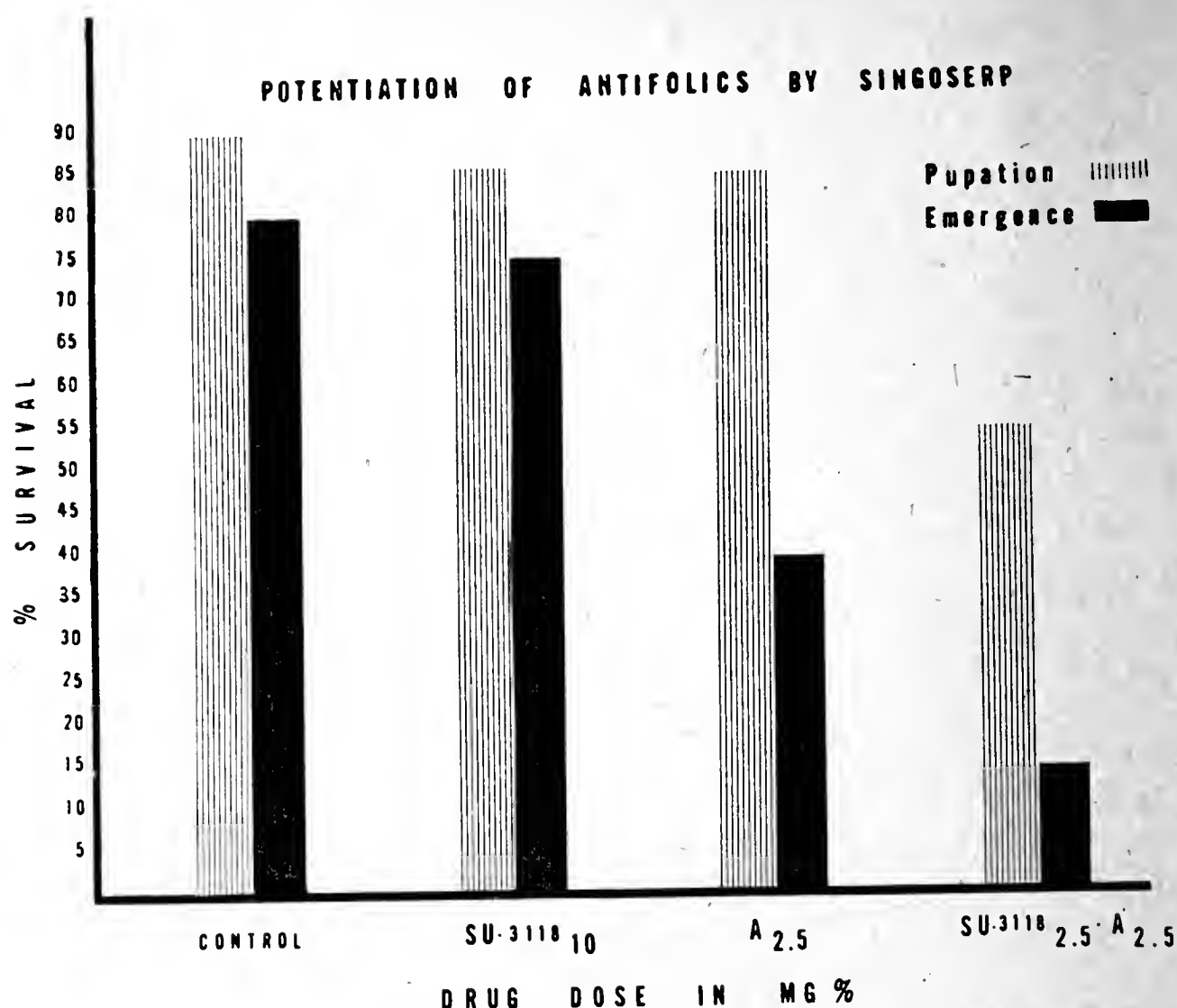
stock is now available as a test organism for eliciting further basic information as to the function of the newer members of the B complex and the nucleic acid fractions". On the basis of results obtained with the frog oviduct and fruit-fly, the author (Goldsmith et al., 1949) postulated that folic acid was required for nucleic acid synthesis. This has now been fully confirmed.

In 1952, Goldsmith and Frank reported that folic acid analogues such as 4-amino-pteroylglutamic acid (aminopterin, Lederle) and 4-amino-N<sup>10</sup>-methyl pteroylglutamic acid (methotrexate, Lederle) when incorporated in the ration produced sterility in the female fruit-fly. These results have been corroborated independently by Mitlin (1954) and Smith and his co-workers (1959). The *Drosophila* work was inspired by previous experiments which revealed that reproduction in the rodent was influenced by the oral or parenteral administration of folic acid antagonists (Goldsmith, 1952).

Additional research in the author's laboratory over a ten year period revealed that many purine and pyrimidine analogues interfered with fruit-fly development. Since these compounds were proving themselves to be of value in the treatment of certain types of leukemia, the use of *Drosophila* as a test organism assumed increasing importance. However, the drugs lost their effectiveness and at best were quite toxic. It became of interest to try to potentiate their action by non-toxic drugs.

Goldin et al. reported (1951) that reserpine exerted an antileukemic action and Belkin and Hardy (1957) found that reserpine and chlorpromazine produced cessation of the growth of Sarcoma 37 in the rodent. However, the drugs were used in very high doses and the animals were listless and did not eat, and exhibited a sharp drop in body temperature.

It was decided to test much lower doses of reserpine both alone and in combination with the anti-folics on *Drosophila*.



Graph 2.

### Technique

Pearl's synthetic medium, S. 101, served as the basic food. The medium was supplemented with 2.5 and 5 mg.% of aminopterin (Lederle) and of several levels of reserpine (Serpasil, Ciba) both alone and in combination. The food was poured into 1 × 4 inch vials to a depth of  $\frac{7}{8}$  inch, and a drop of Fleischman's live yeast suspension was placed on the surface of the food in each vial. The cultures were allowed to stand for twenty-four hours for yeast growth. Fifteen 24 hour old larvae were placed in each vial and incubated at  $25^{\circ} \pm 0.05^{\circ} \text{C}$ . The cultures were examined under the binocular dissecting microscope at intervals during the larvae and subsequent developmental periods. A newly developed methyl reserpate (Singoserp, Ciba) was also tested.

### Results

Neither Singoserp nor Serpasil at levels up to 12.5 mg.% altered significantly the emergence values from the approximately 80% value for untreated controls. However, addition of 5.0 and 10 mg.% serpasil to 2.5 mg.% aminopterin reduced emergence of adult flies to about 15% as compared with a 48% value for 2.5 mg.% aminopterin alone. Serpasil at levels up to 12.5 mg.% also enhanced the action of 5 mg.% aminopterin. The emergence value was 27% for the antagonist alone, whereas, the combination gave a 6% value. (See Graph 1). Similarly addition of Singoserp at a level of 2.5 mg.% reduced the adult fly emergence value to 14% as compared with 39% for 2.5 mg.% aminopterin alone. (See Graph 2).

Other tranquilizers with the exception of chlorpromazine were ineffective. The results with chlorpromazine were not consistent.



### Discussion

The basis for the potentiating action of the reserpine is not clear. It is hoped that experiments now under way will enable us to understand the mechanism whereby reserpine potentiates the action of the anti-folic. There does seem to be a slight prolongation of the pupation period in reserpine-fed larvae. This may provide additional time for the action of the anti-folic. Work now in progress will also field additional information on the effectiveness of the reserpine compounds in enhancing the "sterility" action of f. a. antagonists.

It may be that the combinations reported and others may be useful in attacking the problem of drug resistance.

### BIBLIOGRAPHY

- BELKIN, M. and HARDY, W. G., Effect of reserpine and chlorpromazine on Sarcoma 37. *Science*, 125, pp. 233—234, 1959. — GOLDIN, A., BURTON, R. M., HUMPHREYS, S. R. and VENDETTI, J. M., Anti-leukemic action of reserpine. *Science* 125, pp. 156—157, 1957. — GOLDSMITH, E. D., The effect of a synthetic folic acid antagonist, amethopterin, on reproduction in the rodent. *Am. J. Physiol.*, Vol. 171, No. 3, p. 727. — GOLDSMITH, E. D. and FRANK, I., Sterility in the female fruit-fly, *Drosophila melanogaster*, produced by the feeding of a folic acid antagonist. *Am. J. Physiol.*, Vol. 171, No. 3, pp. 726—727, 1952. — GOLDSMITH, E. D., HARNLY, M. H. and TOBIAS, E. B., Folic acid analogs in lower animals I. The Insecta: *Drosophila Melanogaster*. *Annals, N. Y. Acad. Sciences*, Vol. 52, Art. 8, pp. 1342 to 1345, 1950. — GOLDSMITH, E. D., SCHREIBER, S. S. and NIGRELLI, R. F., Aminopterin and response of frog oviducts to estradiol. II. Histological studies and mitotic counts. *Proc. Soc. Exp. Biol. and Med.*, Vol. 71, pp. 461—463, 1949. — LABREQUE, G. C., ADCOEK, P. H. and SMITH, C. N., Tests with compounds affecting house fly metabolism. *J. Econ. Ent.* (abstract) 1959. — MITLIN, N., KONECKY, M. S. and PIQUETT, P. G., The effect of a folic acid antagonist on the house-fly. *J. Econ. Ent.* 47, p. 932, 1954.

## BEITRAG ZUR WIRKUNGSWEISE DES INSEKTIZIDS THIODAN®

KARL GÖSSWALD<sup>1</sup>

Institut für Angewandte Zoologie der Universität Würzburg

### Vorbemerkungen

Thiodan hat den Vorzug rel. Ungiftigkeit gegen Bienen und weitere nützliche Insekten. Chemisch ist Thiodan ein chloriertes bizyklisches Sulfit. Eine  $\alpha$ -Isomere hat den Schmelzpunkt  $F = 111^\circ\text{C}$ , eine  $\beta$ -Isomere  $F = 204^\circ\text{C}$ . Das Präparat Thiodan ist ein Isomerengemisch, das nach Frensch (1958) bei  $90\text{—}100^\circ\text{C}$  schmilzt. Über die Wirkung von Thiodan als Fraß- und Kontaktgift liegen Ergebnisse von Finkenbrink (1956, 1958), Römer (1957, 1958, 1959) und Czech (1958), Klee (1958, 1960) und Gößwald (1958) vor.

Lindquist und Dahm (1957) und Frensch (1958) erwähnen, daß die tiefer schmelzende  $\alpha$ -Isomere die toxisch aktivere ist. Wir selbst haben vor allem die Gasphase der beiden Isomeren sowie des Isomerengemisches vergleichend untersucht.

® Registriertes Warenzeichen der Farbenwerke Hoechst AG., vorm. Meister Lucius und Brüning; der Forschungsabteilung Pflanzenschutz bin ich für die freundliche Förderung der vorliegenden Arbeit zu sehr großem Dank verpflichtet.

<sup>1</sup> Meinen Mitarbeitern, Privatdozent Dr. W. Kloft, Dr. F. Köhler, Dr. O. Klee, cand. rer. nat. E.-F. Schulze und cand. rer. nat. G. Voß gilt mein herzlichster Dank!

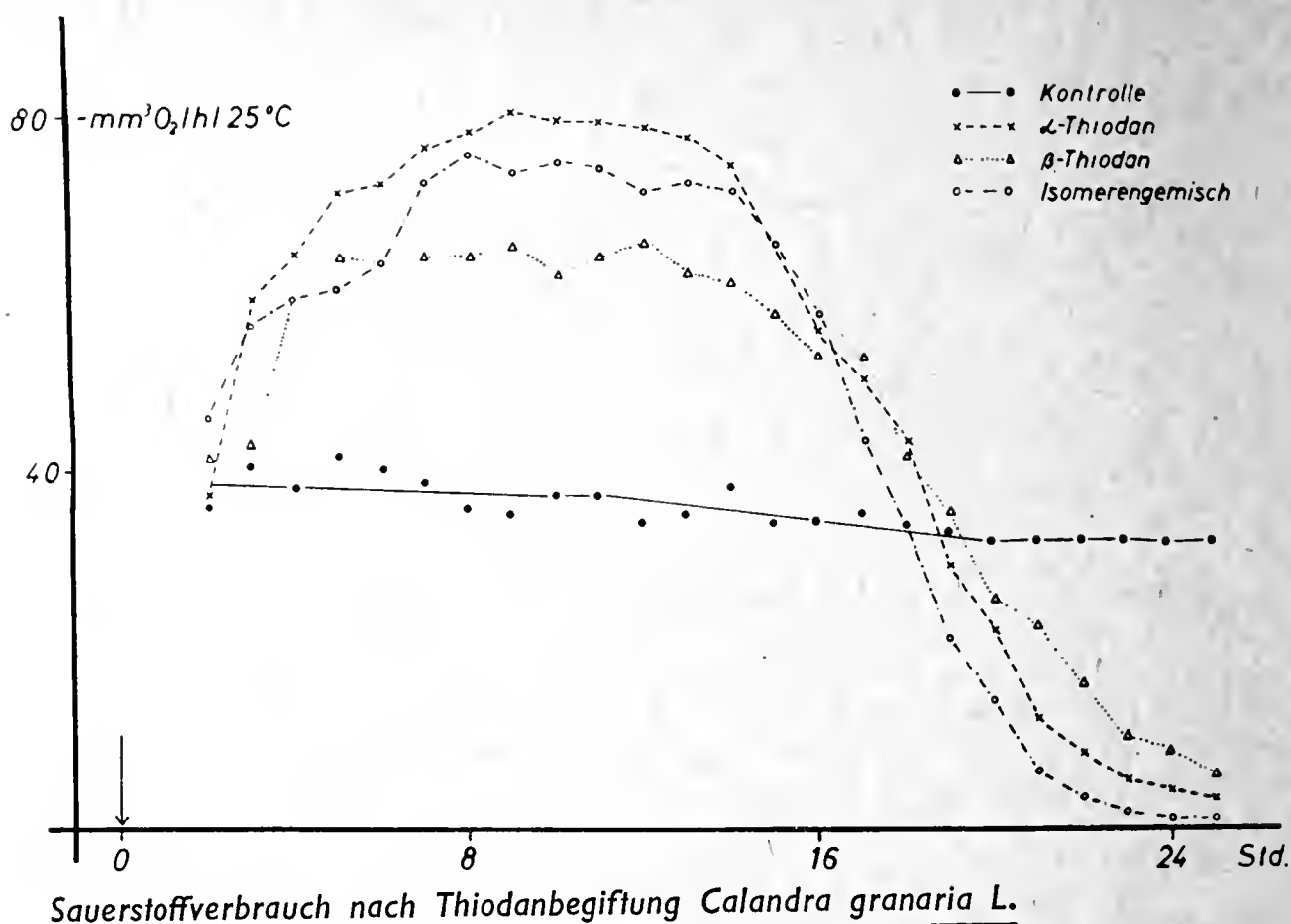


Abb. 1.

## 1. Über die äußerlich sichtbare Wirkung der Isomeren $\alpha$ und $\beta$ sowie des Isomerengemisches unter dem Einfluß verschiedener Temperaturen und Luftfeuchtigkeiten.

Die bereits aus früheren Versuchen bekannte Abhängigkeit der Insektizidwirkung von verschiedener Temperatur und rel. Luftfeuchtigkeit (Gößwald 1934 a, b) hat sich auch für Thiodan bestätigen lassen (Klee l. c.). Bei gleichbleibender Temperatur, aber verschiedener rel. Luftfeuchtigkeit ist jeweils die Wirkung auf *Calandra granaria* in den höchsten und niedersten Feuchtigkeitsstufen am größten. In mittleren Feuchtigkeitsstufen liegt der optimale Widerstandsbereich. Gegenüber der  $\alpha$ -Isomere und dem Isomerengemisch ist bei Applikation der  $\beta$ -Isomere die Wirkung beträchtlich langsamer.

## 2. Der Sauerstoffverbrauch unter dem Einfluß der Begiftung mit den Isomeren $\alpha$ und $\beta$ sowie dem Isomerengemisch von Thiodan

Technisches Thiodan führt bei der Gelbhalstermit *Kaloterme flavicollis* Fabr. zu einer gegenüber der Normalfunktion um das 2,5—3fach gesteigerten Atmung (Gößwald 1958). Diese Atmungssteigerung erklärt sich zunächst als Folge der durch Thiodan bewirkten Exzitation. Zusätzlich muß noch auf eine spezifische Stoffwechselsteigerung geschlossen werden; denn auch im „k. o.“-Stadium befindliche Tiere mit nur ganz langsamen Extremitätenbewegungen weisen eine Respirationssteigerung auf, die bis zum Exitus anhalten kann.

In ergänzenden Versuchen, ebenfalls im Warburg-Gefäß, zeigte sich folgendes: Der O<sub>2</sub>-Verbrauch unbegifteter Kontrolltiere bleibt während der Prüfdauer von 24 Stunden im wesentlichen konstant. Beim Isomeren-Gemisch und vor allem beim  $\alpha$ -Thiodan steigt der O<sub>2</sub>-Verbrauch 2—3 Stunden nach der Begiftung zunächst stark an; die  $\beta$ -Isomere folgt diesem Anstieg 1 Stunde später. Ein über mehrere Stunden sich erstreckendes Maximum des O<sub>2</sub>-Verbrauches (Abb. 1) fällt mit dem „k. o.“-Stadium zusammen. Das Maximum tritt zuerst bei der  $\alpha$ -Isomere auf, dann bei dem Isomeren-Gemisch, zuletzt bei der  $\beta$ -Isomere. Nach etwa 15 Stunden fällt die Kurve des O<sub>2</sub>-Verbrauches steil ab

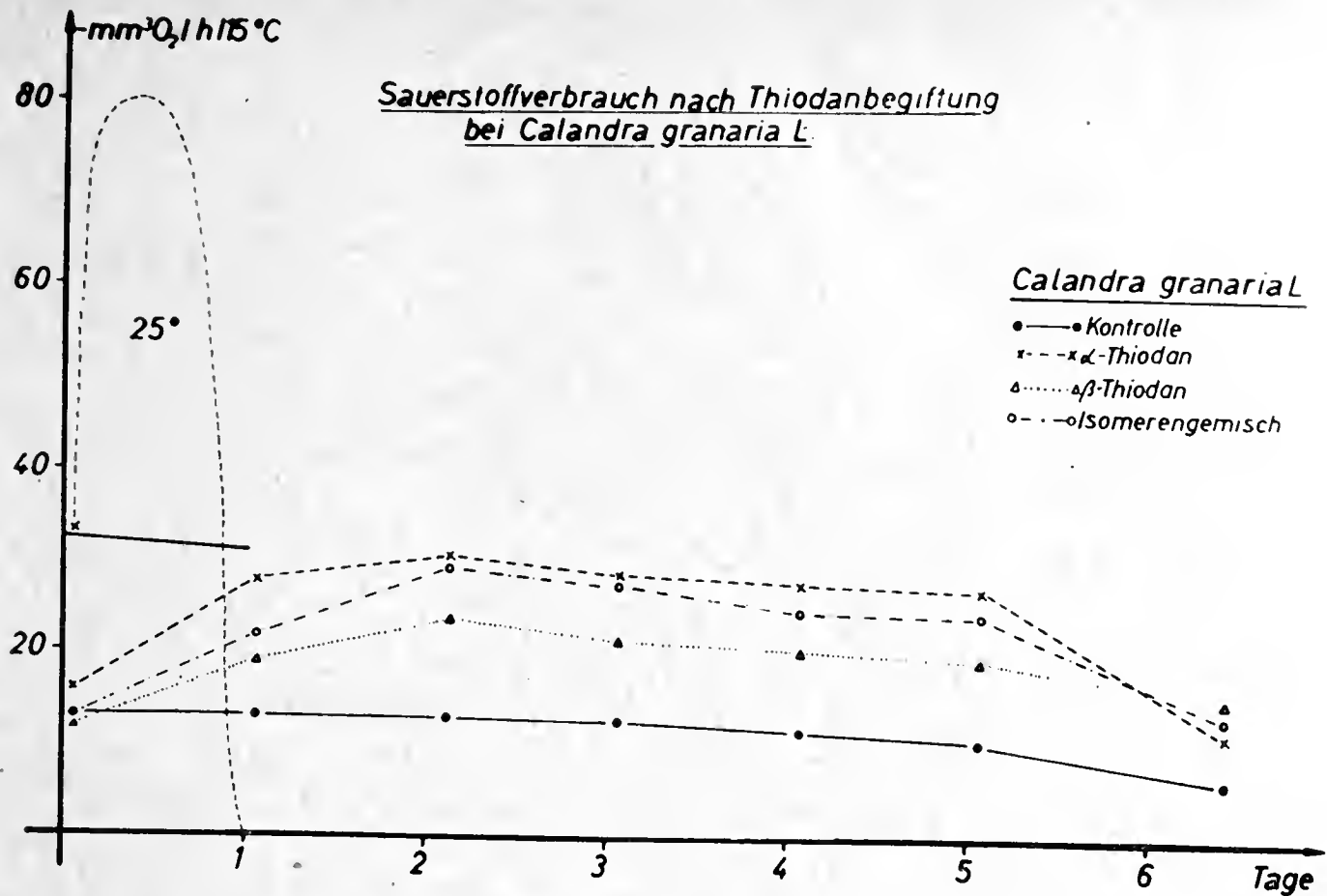


Abb. 2.

bis unter normal, nach ca. 24 Stunden hört die Atemtätigkeit auf. Diese Werte gelten für 25°C; bei 15°C (Abb. 2) ist der Erfolg wesentlich gleich, doch sind die Kurven beträchtlich gestreckt. Die Herabsetzung der Giftwirkung bei niedrigerer Temperatur dürfte zu einem beträchtlichen Teil auf der verminderten Aufnahmemöglichkeit des nach unseren Untersuchungen stark in der Dampfphase wirkenden Thiodans beruhen, zumal auch bei unbegifteten Tieren der Gasaustausch in tieferen Temperaturen herabgesetzt ist.

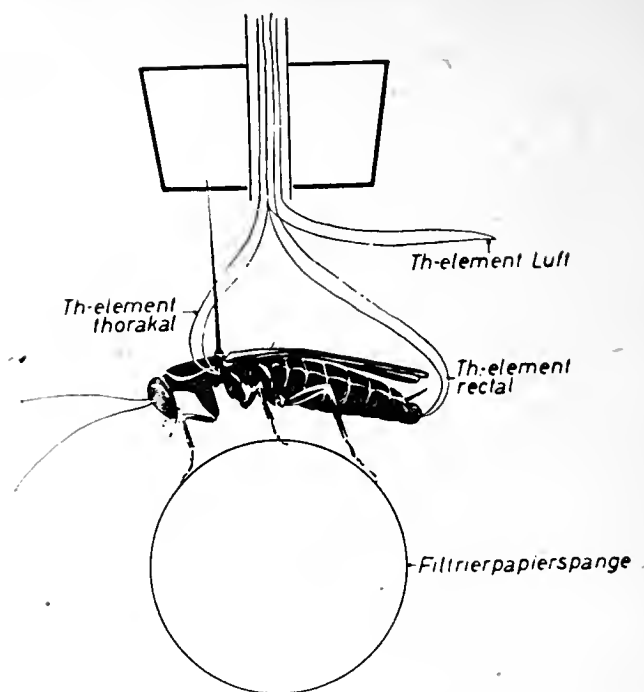
Schaerffenberg (1952) führt die Atemgiftresistenz von Drahtwürmern und Engerlingen auf Herabsetzung der Atemtätigkeit zurück. Bei Applikation des Kontaktgiftes DDT konnte Klee (1957) keine Minderung der Giftaufnahme unter der Einwirkung niedriger Temperaturen feststellen.

In Übereinstimmung mit den von Jochum (1956) für E 605 gefaßten Überlegungen kommen wir zu dem Schluß, daß die Stoffwechselerhöhung eine Mobilisierung von Reservestoffen erfordert zum Gewinn von Stoffwechselwasser. Auch mit der Thiodan-Begiftung ist ein hoher Wasserverlust verbunden.

Bei scheinbarer Bewegungslosigkeit im Stadium der fortgeschrittenen Lähmung besteht doch noch eine Zitterbewegung, die Wiesmann (1957) als Tremor bezeichnet. Eine genauere Analyse der Zitterbewegungen bei *Periplaneta americana* ergab körpertemperaturabhängig bei 20°C eine Frequenz von 14 Hz (Hertz = Schwingungen/sec), bei 25°C 17 Hz. Die Frequenz selbst wird durch die Begiftung nicht beeinflusst, dagegen ist die Amplitude des aufgezeichneten Tremors bei Begiftung gegenüber den normalen Zitterbewegungen beträchtlich erweitert. Diese Zunahme der motorischen Aktivität nach Begiftung dürfte ebenfalls den O<sub>2</sub>-Verbrauch steigern.

### 3. Einwirkung von Thiodan auf Fermentsysteme

Nach Römer (1958, 1959) wird durch Thiodan die Cholinesterase-Aktivität des Nervengewebes nicht gehemmt; gleiches gilt für die Dehydrogenase-Aktivität bei Verwendung von Reinwirkstoff, während ein Inertgemisch von emulgierbarem Thiodan



*Periplaneta americana* L. im Reaktionsgefäß

Abb. 3.

die Dehydrogenase-Aktivität herabsetzt. Der Acetylcholingehalt steigt im Vergiftungsstadium an, woraus geschlossen wird, daß Thiodan bei begifteten Insekten die Acetylcholinsynthese beschleunigt.

Eigene Untersuchungen unter Verwendung von *Lymantria monacha*-Raupen bestätigten gleichartig für die  $\alpha$ -,  $\beta$ -Isomere und das Isomeren-Gemisch, daß das Esterasen-Problem bei Thiodan, im Gegensatz zu Phosphorsäureester für die Aufklärung des Wirkungsmechanismus ohne Bedeutung ist.

#### 4. Temperaturmessung in Körperhöhlen von Insekten (*Periplaneta americana*) während des Ablaufes der Thiodan-Vergiftung

Bezweckt wird die Lösung der Frage, inwieweit sich bei den Insekten als poikilothermen Tieren die durch Giftwirkung erhöhte Bewegungsaktivität und Stoffwechselsteigerung auf die Körpertemperatur auswirkt und welche Folgen eine Temperaturerhöhung gegebenenfalls nach sich zieht.

Auf die Versuchsanordnung kann hier nicht eingegangen werden; es sei nur kurz an Abb. 3 das zum Verständnis der Ergebnisse Wesentliche dargelegt. Thermolemente kleinsten Ausmaßes von  $50\ \mu$  an der Spitze wurden zur Vermeidung von Verletzungen, die ihrerseits lokale und auch allgemeine unkontrollierbare Temperaturerhöhungen verursachen könnten, in Körperhöhlen eingeführt; gemessen wird im 2. Thorakalstigma und im Rektum. Zur Kontrolle wird die Lufttemperatur im Versuchsgefäß mit erfaßt; diese drei Meßpunkte sind gegengeschaltet gegen ein weiteres Thermolement, das bei  $0^\circ\text{C}$  konstant gehalten wird. Die Temperatur und Luftfeuchtigkeit kann reguliert werden.

Das Versuchstier wird am Mittlrücken an einer Nadel angeklebt, hängt also frei im Versuchsgefäß. An Stelle des bekannten Spangenglobus halten die Tiere einen leichten Papierring mit den Krallen der Tarsen fest und laufen ständig darauf, d. h. der Ring wird gedreht. Nach dem Einregulieren des Versuchstieres und der Versuchsanordnung wird der bisher unbegiftete Papierring mit einem quantitativ begifteten ausgetauscht.

Während bei unbegifteten Tieren unter diesen Bedingungen nur mit ganz geringen Schwankungen eine der Lufttemperatur gleiche Körpertemperatur unterhalten wird,



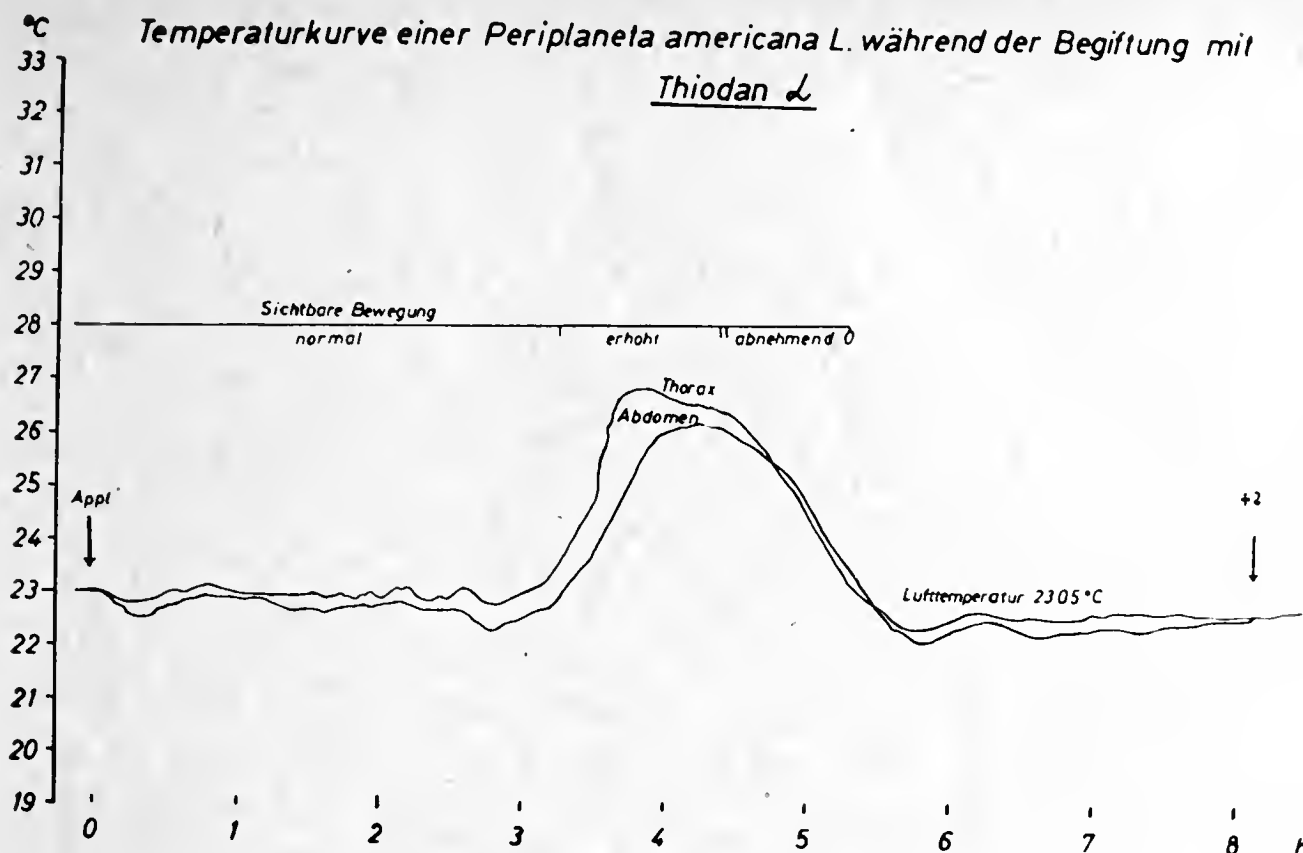


Abb. 4.

beginnt sofort nach der Giftapplikation eine Änderung der Körpertemperatur. In den ersten 10—20 Minuten wird die Temperatur nur geringfügig gesenkt, wobei es charakteristisch ist, daß die Rektaltemperatur tiefer liegt als die Thoraxtemperatur. Zwischen der 1. und 2. Stunde schwankt die Temperatur im begifteten Insekt stärker als im unbegifteten um die Lufttemperatur, zwischen der 2. und 4. Stunde steigt sie erheblich über die Lufttemperatur und hält anschließend 1—2 Stunden ein etwas schwankendes Maximum ein. In diese Zeit fällt auch das Maximum der durch die Begiftung verstärkten Bewegungsaktivität, was durch die hohe Laufgeschwindigkeit des Versuchstieres auf dem Papierring erkannt wird. Von der 4.—5. Stunde nach der Giftapplikation fällt die Körpertemperatur ab, letzten Endes noch unter die Lufttemperatur. Die äußerlich sichtbaren Bewegungen des Versuchstieres hören kurz vor dem Absinken unter die Lufttemperatur völlig auf. Gewöhnlich lassen die Tiere den Filterring zuvor fallen. Nun verbleiben die Körpertemperaturen bis zur 9. Stunde unter der Lufttemperatur und erreichen schließlich gemeinsam den Lufttemperaturpegel auf dem sie verharren. Dieser Punkt ist vermutlich identisch mit dem Exitus.

Der dargelegte Verlauf der Temperatur gilt prinzipiell in gleicher Weise für die  $\alpha$ -Isomere, die  $\beta$ -Isomeren und das Isomeren-Gemisch. Spezielle Unterschiede in der Höhe der Kurven sind dadurch bedingt, daß die Temperatursteigerung beim  $\alpha$ -Thiodan am größten ist, und maximal  $3,9^{\circ}\text{C}$  im Thorax und  $3,3^{\circ}\text{C}$  im Rektum erreicht, während beim  $\beta$ -Thiodan die entsprechenden Werte  $2,1^{\circ}$  und  $0,9^{\circ}\text{C}$ , und beim Isomeren-Gemisch  $3,2^{\circ}$  und  $3,0^{\circ}\text{C}$  betragen.

Die stärkere Erhöhung der Körpertemperatur im Thorax dürfte durch die dort vorhandene starke Bewegungsmuskulatur bedingt sein. Die Senkung der Temperatur unter den Pegel der Luft dürfte über Verdunstungskälte als Folge der Transpiration erreicht werden und zugleich in Verbindung stehen mit einer starken, schon in früheren Arbeiten erwähnten Flüssigkeitsabgabe. Am Ende des Versuches weisen die Schaben oft nur 50% des Ausgangsgewichtes auf. Systox und DDT verursachen ebenfalls eine Erhöhung der Körpertemperatur. Der Verlauf der Temperaturkurven ist hier steiler und höher als bei Thiodan; die Steigerung beträgt gegenüber der Lufttemperatur durchschnittlich  $10\text{—}12^{\circ}\text{C}$ .

### 5. Versuche mit radioaktiv markiertem Thiodan

Die leichte Verdampfbarkeit des Thiodans ermöglicht die Applikation des Insektizids, ohne daß sich die Tiere bei direktem Kontakt kontaminieren. Nach Ergebnissen von Klee (1958, 1960) steigt die Aufnahme des mit  $S^{35}$  markierten Thiodans mit zunehmender Temperatur und Luftfeuchtigkeit an. Neue Untersuchungen wurden in Zusammenarbeit mit Kloft weitergeführt mit den radioaktiv markierten  $\alpha$ - und  $\beta$ -Isomeren und einem Isomerengemisch von gleicher spezifischer Aktivität. In Übereinstimmung mit den bereits erwähnten Ergebnissen von Frensch wird eindeutig die  $\alpha$ -Isomere mit ihrem niedrigeren Schmelzpunkt und dem damit korrespondierenden höheren Dampfdruck bei Exposition in der Dampfphase am schnellsten und in größter Menge aufgenommen, die  $\beta$ -Isomere weniger rasch, sie wirkt ja auch bei den Begiftungsversuchen wesentlich langsamer als die  $\alpha$ -Komponente.

Messungen an gleichzeitig exponierten toten und lebenden Tieren ergaben einen für die  $\alpha$ -,  $\beta$ -Isomere sowie für das Isomerengemisch bei mehreren Versuchstieren gleichartigen Befund: Während bei der 1. Messung eine Stunde nach Applikationsbeginn die aufgenommene Insektizidmenge, ausgedrückt durch Impulszahl pro Minute, bei lebenden Versuchstieren größer ist als bei toten, ist von der 2. Stunde an die in beiden Fällen ansteigende Aktivität bei den toten Tieren größer als bei den lebenden. Diese Umkehrung hält eine Reihe von Stunden an, bis letzten Endes, und zwar zumeist in der „k.o.“-Phase, die lebend begifteten Tiere wieder höhere Aktivitäten bzw. Giftmengen aufweisen als die tot exponierten. Mit dem weichen Strahler  $S^{35}$  wird in erster Linie das auf der Kutikula befindliche Insektizid gemessen. Da mit den durch Thiodan erzeugten Gasstoffwechselsteigerungen Erhöhung der Körpertemperatur verbunden ist, kann vielleicht mit einem Wegsublimieren des Thiodans von der „aufgewärmten“ Oberfläche des begifteten Tieres gerechnet werden. Später sinkt die Temperatur wieder ab, wie durch die Messung in den Körperhöhlen aufgezeigt werden konnte, und nun kann das lebende Insekt, da es noch atmet und vermutlich seine Kutikularlipide weiter aktionsfähig sind, noch vermehrt Insektizid einatmen bzw. in seinen Kutikularlipoiden lösen.

Insgesamt stellt die Mischung der  $\alpha$ - und  $\beta$ -Isomere eine gute Kombination dar: mit der  $\alpha$ -Isomere von Thiodan mit ihrem hohen Dampfdruck und großer Initialtoxizität verbindet sich die Dauerwirkung der  $\beta$ -Isomere.

### LITERATURVERZEICHNIS

- CZECH, M., Die Wirkung der neuartigen Insektizide Thiodan® und Alodan® auf Warmblüter und Insekten. *Medizin und Chemie* 6, 574—591 (1958). — FINKENBRINK, W., Über Thiodan, ein neues synthetisches Insektizid. *Nachrichtenbl. d. Deutschen Pflanzenschutzd.* 8 (1956). — FINKENBRINK, W., Auf dem Wege zur encoenotischen Schädlingsbekämpfung mit chemischen Mitteln. *Mededelingen van de Landbouwhogeschool en de Opwekkingstations van de Staat te Gent* 23, 733—737 (1958). — FRENSCH, H., Entwicklung und Chemie der Dien-Gruppe, einer neuen Klasse biozider Wirkstoffe. *Medizin und Chemie* 6, 556—573 (1958). — GÖSSWALD, K., Zum Wirkungsmechanismus von Thiodan. *Z. angew. Zool.* 45, 129—151 (1958). — GÖSSWALD, K. und KÖHLER, F., Untersuchung der durch Insektizide ausgelösten Zitterbewegungen von Insekten. Unpubl. Manusk. 1960. — JOCHUM, F., Durch Diäthyl-p-nitrophenylthiophosphat abgeänderte Reaktionsketten im Insektenorganismus. *Höfchen-Briefe* 9, 289—348 (1956). — KLEE, O., Über die toxische Wirkung von Thiodan auf Termiten bei verschiedenen Temperaturen und Luftfeuchten. *Die Naturwissenschaften* 45, 20 (1958). — KLEE, O., Über den Einfluß der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit auf die toxische Wirkung organisch-synthetischer Insektizide. *Z. f. Angew. Zool.* 47, 183—229 (1960). — LINDQUIST, D. A. und DAHM, P. A., Some Chemical and Biological Experiments with Thiodan. I. exon. *Entomol.* 50, 483—486 (1957). — RÖMER, D., Thiodan, ein Fraß- und Kontaktinsektizid. *Anz. f. Schädlingskde.* 30, 174—176 (1957). — RÖMER, D., Über die Wirkungsweise neuer Insektizide der Indengruppe. *Z. angew. Entomol.* 42, 89—124 (1958). — RÖMER, D., Die Wirkung von Thiodan® auf verschiedene Fermente und Hormone von *Periplaneta americana*. *Archiv der Pharmazie*, 292/64, 271—276 (1959). — SCHAERFFENBERG, B., Ursachen der Atemgift- und  $CO_2$ -Resistenz von Drahtwürmern und Maikäferengerlingen. *Anz. Schädlingskde.* 25, 59—60 (1952). — WIESMANN, R., Das Problem der Insektizidresistenz. *Anz. Schädlingskde.* 30, 2—7 (1957).

# UNTERSUCHUNGEN ZUR DEFINITION DER INSEKTIZID-RESISTENZ BEIM KARTOFFELKÄFER (*Leptinotarsa decemlineata*)

E. HEIDENREICH, Darmstadt

## 1. Problemstellung

Resistenz gegen Insektizide ist im europäischen Raum an einigen Stellen und bei einzelnen Arten (Stubenfliege, rote Spinnmilben) beobachtet, beschrieben und von der Praxis beachtet worden. Umfangreichere Arbeiten wurden — besonders von der Weltgesundheitsorganisation gefördert — bei hygienischen Schädlingen im tropischen und subtropischen Raum durchgeführt. Kurz zusammengefaßt läßt sich folgendes aussagen. Der anhaltende Einsatz eines Insektizids gegen eine Art führt nach etwa 15—20 Generationen einer örtlich mehr oder weniger gut abgegrenzten Population zu einer allmählich sich erhöhenden Widerstandsfähigkeit gegen dieses Insektizid. Diese graduelle Resistenz wirkt sich gleichzeitig auf andere Insektizide bestimmter Wirkstoffgruppen aus, wenn Substanzen dieser Gruppen mehrmals zum Einsatz kommen (Polyvalenz der Resistenz bei chlorierten Kohlenwasserstoffen und Phosphorsäureestern).

Die Resistenz ist vererblich, wahrscheinlich steht sie unter dem Einfluß mehrerer Gene. Ob Mutationen (Crow, 1957) oder eine fließende Modifikabilität (Heidenreich, 1958, 1960) als Grundlagen dieser Verhaltensänderung in Frage kommen, ist noch zu klären. Eine allgemeine Veränderung der physiologischen Eigenschaften bei der Resistenzbildung auf Grund erhöhten Gehaltes an Lipoiden, Fermenten und Eiweiß (Wiesmann, 1959) ist wahrscheinlich. Sie kann, wie bisher vermutet wurde, sich negativ auf die allgemeine Widerstandsfähigkeit resistenter Individuen gegenüber Umweltseinflüssen auswirken (Crow, 1957; Heidenreich, 1958, 1960; Wiesmann, 1959), könnte aber auch unter besonderen Verhältnissen von Vorteil sein.

## 2. Versuchsanordnung

100 Käfige (50 × 50 × 50 cm groß, Holzrahmen mit Gaze bespannt) wurden über einzelne Kartoffelstauden gestellt und durch Anhäufeln des Bodens gegen zuwandernde Käfer abgeschirmt. Angepflanzt war die Kartoffelsorte Bona. Diese Sorte ist sehr anfällig gegen Virosen und sollte zusätzlich Beobachtungen über die Entwicklung des Kartoffelkäfers auf viruskranken Stauden ermöglichen, wenigstens was das Blattrollvirus betrifft. Dabei war zu erkennen, daß bei vorgeschrittenerer Entwicklung der Blattrollvirose die Entwicklung der Kartoffelkäferlarven deutlich beeinträchtigt war, und daß diese Larven auch empfindlicher gegenüber Insektiziden reagierten. Bei spät eingesetzten Kartoffelkäfer-Pärchen war auf kranken Stauden selbst die Eiablage beeinflusst: einige Eier, in drei Fällen sämtliche Gelege, vertrockneten.

## 3. Wetterlage

In einer Schönwetterperiode schwärmten die ersten Käfer etwa ab 7. Mai 1960. Für die Generationsentwicklung ist es wesentlich, den Witterungsverlauf in einzelnen Perioden zu registrieren. Zu unterscheiden sind folgende Abschnitte:

Tabelle 1  
Wetterperioden während der Versuche.

	Tagesdurchschnitts- temperatur	Niederschläge
1. 16. 5. bis 23. 5. ....	18,5°C	36,3 mm
2. 24. 5. bis 31. 5. ....	13,5°C	12,5 mm
3. 1. 6. bis 9. 6. ....	18,4°C	2,3 mm
4. 10. 6. bis 21. 6. ....	15,4°C	16,0 mm
5. 22. 6. bis 27. 6. ....	21,5°C	0,0 mm
6. 28. 6. bis 3. 7. ....	12,3°C	2,5 mm
7. 4. 7. bis 12. 7. ....	16,1°C	32,6 mm
8. 13. 7. bis 20. 7. ....	18,5°C	7,0 mm

#### 4. Wirkung der Umwelteinflüsse

a) Die Käfer verkrochen sich bei Kälte und gelegentlich auch bei starken Regenfällen in den Boden. Auch die Larven, wenigstens soweit es für L 3 und L 4 leichter feststellbar war, wanderten bei niedrigen Temperaturen vorübergehend in den Bodenraum ab.

b) Kopulierende Paare wurden in drei verschiedenen Wetterperioden im Freiland gesammelt und in die Käfige gebracht. 9 Paare, am 23. V. eingesammelt und eingesetzt, standen unter dem Einfluß der am 24. V. mit einer Regenmenge von 10 mm einsetzenden Schlechtwetterperiode.

Resultat: 4 Pärchen ohne Eiablage tot, 3 Pärchen mit wenigen Eiablagen, aber mit regelmäßigerer Anzahl pro Gelege, 2 Pärchen mit größerer Anzahl von Gelegen (11 und 14), aber mit stärkeren Schwankungen in der Anzahl der Eier pro Gelege 18—46 und 20—67).

Am 25. V. wurden wieder 9 Pärchen in Kopula vom freien Feld eingesammelt. Das geschah also nur 2 Tage später, aber innerhalb einer Schlechtwetter-Periode. Von diesen war bis zum 2. VI. nur ein Weibchen gestorben (eine Eiablage: 27), während die übrigen Paare nach vielen Eiablagen (8—19), bei meist stark schwankender Eizahl der Gelege (extrem 8—81) auf neue Käfige umgesetzt werden konnten. Dieses Umsetzen erfolgte für fast alle Paare am 15. VI., also wieder während einer nicht optimalen Entwicklungsperiode. Zu den ersten Eiablagen mit einer Gesamtzahl der Eier von 225—496 pro Pärchen kamen die weiteren Eiablagen, die bei einigen Pärchen noch nach Umsetzen in einen dritten Käfig eine wesentlich erhöhte Eizahl pro Paar ergab, maximal 757 Eier während der Befallszeit der sog. 1. Generation.

Vergleicht man nun die Vitalität dieser Käferpaare, aus zwei verschiedenen Wetterperioden in Kopula gesammelt, so fällt auf, daß die Paare einer Schönwetter-Periode deutlich negativ auf kühles Wetter reagierten, nur schwache, aber gleichmäßigere Eiablagen hatten, und nur 2 Paare sich ähnlich verhielten wie die Paare der folgenden Schlechtwetter-Periode. Das läßt darauf schließen, daß die physiologische Einstellung der Käfer in bezug auf die Umweltsverhältnisse einer Selektion unterworfen war, die zwar noch keine klare Abgrenzung erkennen ließ, aber in Verbindung mit der Anwendung verschiedener Insektizide Aufschluß über die möglichen Ursachen dieser Selektion gab.

Bestätigt wurden die bisher beschriebenen Entwicklungsunterschiede durch den dritten Einsatz kopulierender Pärchen am 7. VI. Aus dieser Schönwetterperiode wurden 7 Paare in Käfige gesetzt. Käfersterblichkeit und Eiablage wurden ähnlich wie bei den ersten 9 Paaren aus einer Schönwetterperiode beeinflusst.

c) Die Sterblichkeit der Larven ist in den frühen Stadien (L 1 und L 2) zum Teil sehr beachtlich. Hier sei nur zusammenfassend dazu berichtet, daß bis über 75% der Junglarven solcher Elternpaare gestorben sind, welche sich durch starke Eiablagen, aber auch sehr unterschiedliche Eianzahl pro Gelege auszeichneten, während aus der geringeren Eianzahl der Kälte-empfindlichen Käfer eine relativ höhere Anzahl älterer Larven und Käfer hervorging.

#### 5. Einsatz von Insektiziden

Folgende Präparate wurden eingesetzt:

- |                        |   |
|------------------------|---|
| 1. Lindan-Emulsion     | — 0,05%ig (A), 0,1%ig (2 A), 0,2%ig (4 A) |
| 2. DDT-Spritzpulver    | — 0,2%ig (A)                              |
| 3. Lindan-DDT-Emulsion | — 0,05%ig (A)                             |
| 4. Sevin-Spritzpulver  | — 0,15%ig                                 |



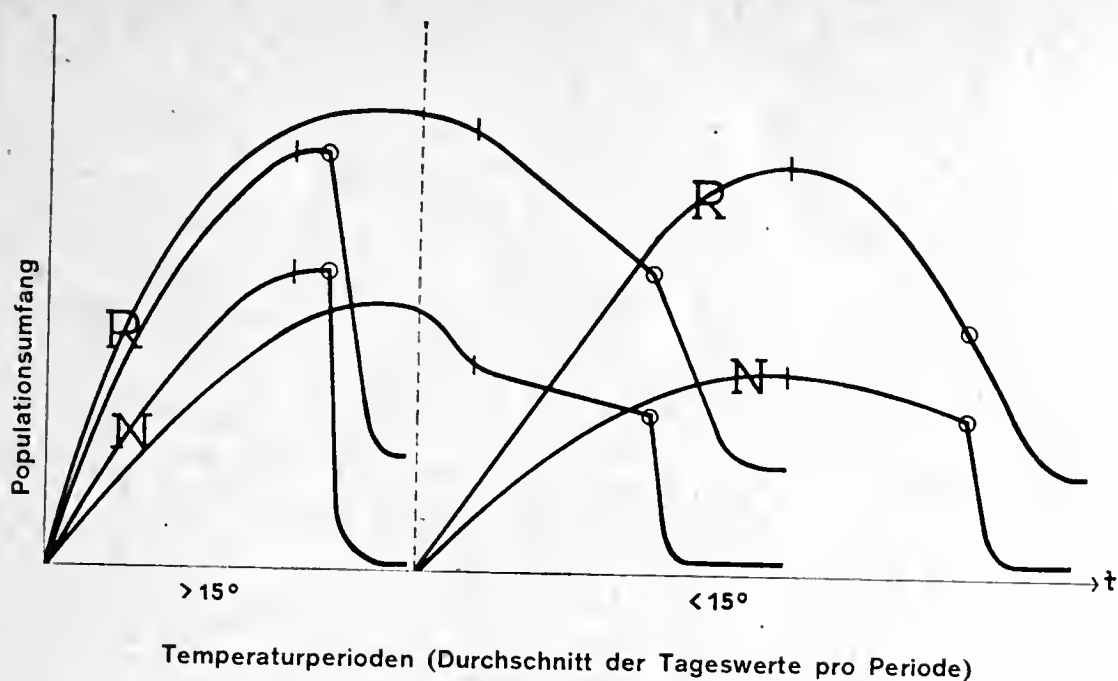


Abb. 1. Kartoffelkäfer: Schematische Darstellung der Entwicklung einer Generation resistenter und normal empfindlicher Individuen unter dem Einfluß verschiedener Temperaturbereiche und einer Bekämpfung.

Zeichenerklärung: R = resistent; N = normal; O = Zeitpunkt der Bekämpfung. Der kurze Querstrich trennt Umfang der Käfer und Eiablagen von Menge der Larven.

- |   |                   |
|---|-------------------|
| 5. Sevin-Lindan-Spritzpulver                  | — 0,1%ig          |
| 6. Lindan-Dieldrin-Emulsion                   | — 0,05%ig (A)     |
| 7. Endrin-Emulsion                            | — 0,1%ig (A)      |
| 8. Phosphorsäure-Ester (Phosphamidon)         | — 0,1%ig, 0,15%ig |
| 9. Phosphorsäure-Ester D 8 (Versuchspräparat) | — 0,1%ig          |

A bedeutet Anerkennungskonzentration, 2 A und 4 A dementsprechend doppelte, resp. vierfache Anerkennungskonzentration.

Gespritzt wurden je Stock 40 ccm Spritzflüssigkeit unter 2 Atü Druck, als die meisten Larven als Nachkommenschaft eines Pärchens im 3. und 4. Stadium waren (21. VI. und 6.—9. VII.).

Diese älteren und auch bei normaler Empfindlichkeit widerstandsfähigeren Stadien wurden vor und nach der Behandlung ausgezählt. Sie sind als Restbestand einer durch natürliche Sterblichkeit vorselektionierten Generation in ihrer Reaktion besser auszuwerten. Die Temperaturen waren nie so hoch, daß Verdampfungsverluste bei Lindan zu berücksichtigen wären.

Die Lindan-Emulsion wurde pro Konzentration bei je 6 Käfigen verwendet, und die Hälfte der Einsätze wurde am 21. VI., die andere am 6. VII. durchgeführt. Die beiden Termine ergaben keine Unterschiede in der Wirkung. Lindan A zeigte in zwei Fällen 85—95%ige Abtötung, in einem Falle 70%, in 3 Fällen weniger als 50% Wirkung. In einem Falle wurde Lindan 2 A nach zehn Tagen nachgespritzt: von 11 L 4 starben noch 5, die Endkontrolle am 20. VII. ergab 13 Käfer und noch 4 L 4. Die Verzögerung der Larvenausreife scheint bei der Insektizid-Resistenz von größerer Bedeutung zu sein. Der Fraß wird nach der Spritzung eingestellt oder ist vorübergehend gehemmt. Damit ist auch die Beurteilung der endgültigen Wirkung erschwert und letzten Endes gibt die Kontrolle der schlüpfenden Käfer noch das brauchbarste Endresultat. Bemerkenswert ist, daß im Falle ausreichender Wirkung bei Lindan A gleichmäßigere Eiablagen (26—44 pro Gelege) vorgelegen haben. In diesen drei Fällen schlüpfen noch 1—3 Käfer.

Lindan 2 A und 4 A ergaben ähnliche, entsprechend abgestufte Ergebnisse. Bei den Larven einiger Pärchen war über 90%ige Wirkung vorhanden, und am 21. VII. waren weder Larven noch Käfer zu sehen. Aus den Fällen nachgewiesener Resistenz wurden in einem Falle die Larven der Eiablagen eines Pärchens — aus drei Zeitabschnitten auf drei Käfige verteilt — nur mit Lindan 2 A und 4 A behandelt. Von den Larven der ersten Ablagen (Pärchen vom 25. V., 14 Ablagen zu 11—55 Stück, i. s. 391) blieben nach Lindan 2 A noch 52 Käfer und 8 L 4 gesund, kontrolliert am 21. VII. Die zweiten (8 Ablagen zu 11—40 Stück, i. s. 259) und die dritten Ablagen (nicht ausgezählt, etwa 70 Eier) ergaben nach Bekämpfung der Larven mit Lindan 4 A noch 9 Käfer, 10 L 4, 2 L 3 (am 11. VIII. 12 Käfer), resp. 2 Käfer, 6 L 4, 2 L 3, 1 L 2 am 20. VII. Von den Nachkommen eines anderen Pärchens wurden drei Tage nach Spritzung mit Lindan 2 A bei Kahlfraß je 50 L 3 und L 4 abgelesen und auf eine stark belaubte Staude gesetzt, die ebenfalls mit Lindan 2 A bespritzt worden war. Am 5. VIII. wurden in diesem Käfig 57 Käfer gefunden.

Die Wirkung ist nach Lindan 2 A bei allen Nachkommen von Pärchen mit stark variierender Eiablagezahl mit etwa 67%, nach Lindan 4 A mit 80% und weniger anzunehmen. Wie bei Lindan A war bei den höheren Konzentrationen in einigen Fällen eine über 90%ige Wirkung nur bei Pärchen mit relativ gleichmäßiger Eizahl pro Gelege festzustellen. Es ergaben sich also Zusammenhänge zwischen Veränderungen in der Widerstandsfähigkeit der Käfer gegen Umweltseinflüsse, in der Art der Eiablagen, in der Sterblichkeit der Larven in Verbindung zu der Insektizid-Resistenz.

Bestätigt wurden diese Resultate bei den Einsätzen von Lindan-Dieldrin und Endrin. Es lassen sich die Hinweise von Busvine und Coker (1958) und Davidson (1958) über eine früher eintretende Polyvalenz der Insektizid-Resistenz innerhalb der Gruppe HCH, Aldrin (Endrin) und Dieldrin jetzt auch auf den Kartoffelkäfer erweitern, allerdings mit der Einschränkung, daß bei Dieldrin eine Spätwirkung entweder auf L 4 oder wahrscheinlicher auf die Käfer vorhanden ist, da bei späteren Kontrollen nur wenige Käfer gefunden wurden, obwohl noch 14 Tage nach der Spritzung eine große Anzahl gesunder Larven auf den Blättern war.

Sechs Einsätze von DDT-Spritzpulver ergaben ohne markante Unterschiede gleich gute Resultate. Die Wirkung lag allgemein nach den Auszählungen der Larven bei 90—95%. Etwas besser waren in der Endauswertung die Spritzungen vom 21. VI. mit anschließender Schönwetterperiode als die Spritzungen vom 6. VII. mit nachfolgendem Schlechtwetter.

Ähnlich waren die Resultate beim Einsatz von Lindan-DDT als Kombipräparat. Auch bei der Bekämpfung von Larven, die auf Grund der Eiablagen resistent gegen Lindan erscheinen mußten, war eine ausreichende Wirkung zu beobachten (85—95%).

Nicht ganz übereinstimmend mit den Resultaten des Vorjahres (Heidenreich, 1960) verliefen die diesjährigen Einsätze von Sevin und Sevin-Lindan. Sevin scheint bei niedrigeren Temperaturen schwächer in der Wirkung zu sein. Bestätigen ließ es sich, daß bei stärker resistenten Larven (Vergleichsspritzungen mit Lindan auf Nachkommen der gleichen Paare) Sevin besser wirkt als bei offensichtlich normal empfindlichen Larven. Deutlich besser war die Kombination Sevin-Lindan, wenn auch etwas schwächer als Lindan-DDT.

Beide Phosphorsäureester zeigten in bezug auf resistente und normal empfindliche Larven keine Unterschiede. Das Phosphamidon-Präparat war 0,1%ig gegen L 3 und L 4 zu schwach — etwa 65—70% Wirkung, — es ergab 0,15%ig eine 85—90%ige Wirkung. Der zweite P.-Ester hatte eine höhere Anfangswirkung, lag bei 85—95% Abtötung, ist aber als nicht systemisch wirkendes Insektizid stärker von einer gleichmäßigen Belagsbildung abhängig.

## 6. Diskussion der Insektizid-Resistenz

Die Versuche im Jahre 1960 bestätigten, daß eine gewisse Resistenz gegen Lindan im engeren Raum der Rhein-Main-Ebene vorhanden ist. Diese Resistenz wirkt sich auch auf Präparate der Diën-Gruppe aus. DDT-Präparate waren noch voll wirksam.

Die Resistenz ist in verschiedene Empfindlichkeitsgrade abzustufen, d. h. ein höherer Aufwand an Lindan führte zu entsprechend höherer Abtötung, wobei allerdings die vierfache Dosierung der Normalkonzentration noch nicht zu einer Abtötung von 90% und mehr ausreichte.

Der Einsatz der Kombipräparate, insbesondere von DDT + Lindan, zeigte, daß sich beide Substanzen wirkungsvoll ergänzen können. Eine Erklärung dafür geben uns die genetischen Beziehungen.

## 7. Vererbung der Resistenz

Die Vererbbarkeit der Insektizid-Resistenz ist unbestritten. Solange aber im Freiland normal empfindliche und Resistenz übertragende Käfer sich vereinigen können, werden in heterozygoten Populationen empfindliche und resistente Larven nebeneinander, auch als Nachkommen eines Käferpaares genetisch variant, vorkommen. Dabei können sich also Kombipräparate gegenseitig ergänzen.

Die Selektion erfolgt zweifellos über den Einsatz der Insektizide gegen die Larven. Die Wirkung auf Käfer oder Eier wurde nicht kontrolliert. Die Versuche machen es wahrscheinlich, daß mehrere Erbanlagen für die durch die Insektizid-Resistenz bedingte Veränderung physiologischer Eigenschaften in Frage kommen. Wieweit dabei eine Anlage im X-Chromosom beteiligt ist — Davidson (1958) berichtete über unfruchtbare Männchen von *Anopheles gambiae*, vgl. auch Crow (1957) — muß noch geklärt werden. Bei *Leptinotarsa decemlineata* fiel mir auf, daß von den nach einer Bekämpfung schlüpfenden Käfern — also 2. Generation — mehrere besonders kleine Individuen vorhanden waren. Untersuchungen über Geschlecht, Größe und Gewicht müssen noch durchgeführt werden. Die Anzahl kleiner Käfer nach dem Einsatz von Lindan war deutlich größer als nach dem Einsatz anderer Insektizide und wesentlich größer als der Anteil kleiner Individuen beim Anflug der ersten Generation. Ob beim Kartoffelkäfer ähnlich wie bei der Stubenfliege (Wiesmann, 1959) eine Erhöhung des Lipoidgehaltes mit der Resistenz verbunden ist, soll noch untersucht werden.

Die sehr wechselhafte Witterung dieses Sommers hat für den Kartoffelkäfer bestätigt, daß die Insektizid-Resistenz die allgemeine Widerstandsfähigkeit in bezug auf den Einfluß abiotischer Faktoren verändert. Die Variabilität der Eiablagen scheint ein Indikator für mehr oder weniger starke Insektizid-Resistenz zu sein, wobei noch nachzuprüfen wäre, ob unter gleichmäßig optimalen Bedingungen die Anzahl der Eier pro Gelege auch stärkeren Schwankungen unterworfen ist.

## 8. Summenwirkung der Faktoren

Unter Berücksichtigung aller Faktoren, die bei stark variierender Wetterlage zur Geltung kommen, ist es sehr schwierig, über den Umfang der Resistenz in Freilandpopulationen ein klares Bild zu bekommen. Der Gesamtanteil an normal empfindlichen Individuen mußte in dem optimalen Temperaturbereich bis zum 23. V. sehr groß gewesen sein, wahrscheinlich auch als Folge geringer natürlicher Dezimierung in dem warmen Sommer 1959. Die Wirkung von Lindan war bei den ersten Einsätzen 1960 allgemein gut, wie vergleichende Feldversuche es zeigten. Ab 24. V. wurde die Vermehrung resistenter Populationen stärker, Anfang und Ende Juni konnten wieder normal empfindliche Käfer aktiver werden. Als Schema dieser wechselhaften Einflüsse soll Abb. 1 dienen, wobei der Kurvenverlauf nur auf den Entwicklungsgang der Nachkommen einzelner Pärchen bezogen ist.

## LITERATUR

BUSVINE, J. R. und COKER, W. Z., Resistance patterns in DDT-resistant *Aedes aegypti*. B. W. H. O. 18, 1958. — CROW, J. F., Genetics of insect resistance to chemicals. Ann. Rev. of Entomol. 2, 1957. — CUTKOMP, L. K., PETERSON, A. G. und HUNTER, P. E., DDT-Resistance of the Colorado Potato Beetle. J. of Econ. Entom. 51, p. 828—831, 1958. — DAVIDSON, G., Studies on insecticide resistance in Anopheline mosquitos. B. W. H. O. 18, 1958. — HEIDENREICH, E., Zur Problematik der Genetik bei der Resistenz gegen Insektizide. Mededelingen van de Landbouwhogeschool Gent, 10. Symp., 1958 (p. 715—732). — HEIDENREICH, E., Insektizide, Resistenz und genetische Relationen. Zeitschr. f. angew. Entomologie 46 (4) (p. 420—431), 1960. — WIESMANN, R., Unterschiede in der Physiologie normaler und resistenter Stubenfliegen. Zeitschr. f. angew. Zoologie 46 (p. 386—391), 1959.

## NEW FIELDS OF APPLICATION OF MALATHION

W. F. JEPSON

## Introduction

During the past ten years, the development of the less toxic organo-phosphorus insecticides for use in agriculture where highly specialised personal are lacking, and in the fields of animal and human health and in food storage has largely followed the trail blazed by one of the earliest and least toxic of these materials, Malathion. Whilst a number of new insecticides, with a tendency to narrower spectra of toxicity to insects and to more specialised fields of application has been an inevitable corollary of this process, the search for new efficient and acceptable uses for Malathion has proceeded intensively. The factors upon which this search has been based are the following.

- 1) Increasing public conscience against the indiscriminate use of highly toxic compounds in agriculture.
- 2) Tightening of pure food laws in many countries, particularly in the United States, to exclude the danger of poisonous residues in foodstuffs.
- 3) The progress in studies made by biologists into the integration of insect control in crops by chemical and biological means involving the maximum preservation of beneficial insects and of wild life generally.
- 4) Recent advances in the science and art of formulation and in the devising of more efficient methods of application.

All these factors have combined to make some re-valuation of the practical uses of Malathion over the whole field of insect control desirable. In the short time at my disposal I shall only be able to deal with a few salient examples, some of them from my own close connection with the use of Malathion in the special field of stored products entomology.

In agriculture Malathion is used to best advantage where the crop is for human consumption to be fed to livestock or where it is desired to minimise the risk to operators whose standard of training is low. On vegetables and fruit trees for example despite the somewhat higher dosage than that employed for the more poisonous insecticides, Malathion is especially indicated, the residue tolerance being in the neighbourhood of 8 parts per million as far as use in the United States is concerned. The range of insects controlled by Malathion is somewhat broader than that of most organo-phosphorics and includes, besides aphids, scale insects, thrips, leafhoppers and red Spider mite, many of the well known beetles on vegetables, forage and ornamental



plants such as the Mexican bean beetle, Asparagus beetle and Japanese beetle as well as the fruit flies (*Trypetidae*) such as the Mediterranean fruit fly on citrus and the Olive fly. It is normally less active than the chlorinated hydrocarbons against the larger caterpillars, although Codling moth on apple is amongst the recommendations of the United States Dept. of Agriculture for 1960. One of the salient new agricultural uses of Malathion has been for the control of forage insects such as the Alfalfa weevil in the United States where the Food and Drug Act regulations have refused any further tolerance to the longer residual chlorinated hydrocarbons. Of more general interest is the use of a bait-spray of Malathion using a protein hydrolysate attractant in the control of fruit fly in Hawaii, in the large scale control operations against the Mediterranean fruit fly in Florida of which we shall hear from Mr. Simanton, and in Spain, where sugar has been successfully used as the attractant and the low rate of  $\frac{1}{2}$  litre per tree has served to control the Olive fly when sprayed on to the tree by modern portable motorized mist blowers.

In Egypt as well as in California and Florida, the use of 1% White Oil plus 0.1% Malathion on Citrus has given satisfactory control of scale without the difficulties associated with attempts to impose proper protective clothing under tropical and subtropical conditions, which the use of highly toxic materials such as parathion demands. The addition of Malathion to spray schedules on apple for Codling moth (DDT) and Cotton for *Prodenia* and Red Bollworm control (Toxaphene and Endrin) are being tried for the prevention of build up of red spider, aphids and thrips. The absence of residue problems or of toxic hazards are again the attractive feature of such developments.

In the field of stored products insect control, Malathion would seem to have the most promising immediate future. Not only in the outstanding toxicity to the ubiquitous *Tribolium castaneum* and to *Oryzaephilus surinimensis* (Parkin 1960) of great practical importance, but the fact that of all acceptable insecticides tested Malathion shows considerable activity against the highly resistant *Trogoderma granarium*. The recent decision by the United States Commodity Stabilisation Service to recommend the treatment of all wheat and groundnuts prior to entering their bulk storage with sprays and dusts of Malathion, sets the seal on a great deal of patient experimental work on the effectiveness and innocuity of this material for general use in stored products work. The successful control of *Tribolium castaneum* on groundnut pyramids at Kano, Northern Nigeria by the Northern Nigerian Pest-Control service and the West-African Stored Products Research Unit by repeated external bag spraying with 2% wettable powder of a premium grade is a further example of the newer uses of Malathion.

Much of the development work on this project was done by the Pest Infestation Laboratory of the British Agricultural Research Council, who have also recently published the results of laboratory trials with a new lacquer formulation which shows persistency of a Malathion film highly toxic to a *Tribolium* and other stored products Coleoptera for over 8 months at 25°C (Dyte 1959). The replacement of the more toxic chlorinated hydrocarbons would offer considerable advantages in the proximity of human beings, animals and of foodstuffs in ships, hospitals and in storage premises. Intensive research is in press on the reduction of odour.

In the field of animal health, Malathion has recently received the approval of the United States Dept. of Agriculture for use on dairy cattle as a 4% dust, and I have recently seen the satisfactory results of trials of all formulations of Malathion on poultry against redmites and lice in Egypt, whether applied to the chickens as a dust or sprayed on the poultry houses. Control of sarcoptic mange on domestic animals by topical applications of Malathion in medicinal paraffin is a small but useful addition to existing methods. In the Public Health Field, Malathion has long been used in the control of DDT-resistant flies, but the recent appearance of resistance in mosquitoes to DDT

and Dieldrin has prompted some intensified trials of organophosphoric materials by W.H.O. and these are currently in progress in Nigeria.

The question of field persistence of Malathion wettable powder sprays involves the careful selection of the right formulation and Schoof and his collaborators have just published the results of extensive trials against *Anopheles quadrimaculatus* in El Salvador which indicated that Malathion gave more than 6 months control of this mosquito in local houses. In order to achieve such a long residual action, not only must the suspensibility be good, but the choice of inert carrier must ensure stability of the insecticide. Furthermore the nature of the surfaces to be treated must be known to be compatible with the well known chemical and physical properties of Malathion, if this material is to give full effectiveness.

Also in the field of Public Health, an extensive trial by W.H.O. of Malathion in the prevention of Typhus by the control of the human louse is in progress in Egypt, after a successful trial of its mammalian safety on a large group of male volunteers in the Florida State penitentiary in the United States.

So there is some reason for the re-appraisal of this rather old established insecticide which may claim to be regarded as the DDT of the organophosphorus range.

## THE USE OF THIOUREA AGAINST INSECTICIDE-RESISTANT HOUSEFLIES (*Musca domestica* L.)

J. KEIDING

Government Pest Infestation Laboratory Springforbi, Denmark

### I. The use of thiourea for the control of fly larvae in manure

The development of resistance in natural populations of houseflies to most types of contact insecticides has caused a demand for insecticides with other modes of action.

This made us in 1955—1956 investigate the practical use of certain larvicides, and among these thiourea was found to be the most promising (Keiding 1958 a, 1959).

The strong toxic effect of thiourea on fly larvae when mixed in the breeding medium was demonstrated in the laboratory by Hoskins et al. already in 1941 in *Lucilia* and in houseflies by later investigators, but apparently the compound has not been commonly used for practical fly control.

In 1955—1956 we tested the effect of watering the surface of pig or calf manure mixed with straw with 5 litres of thiourea solutions per m<sup>2</sup>. As a rule the manure contained 3 day old house fly larvae in the second or third stage.

The results indicated that watering with 1/2% solution was enough to prevent over 95% of the larvae to develop into flies, and with 3/4% a residual effect preventing fly development for 2—3 weeks was obtained. This would usually be enough to protect the treated layer of manure against fly infestation, as old manure is not attractive to egg-laying females and is often buried under new layers.

Thiourea was recommended at the rate of 5 litres of 3/4% solution per m<sup>2</sup>, and this dosage has shown a good effect provided that the liquid is reasonably well distributed in the top layer infested by the larvae. In our manure-heaps this layer is usually less than 20 centimeters.

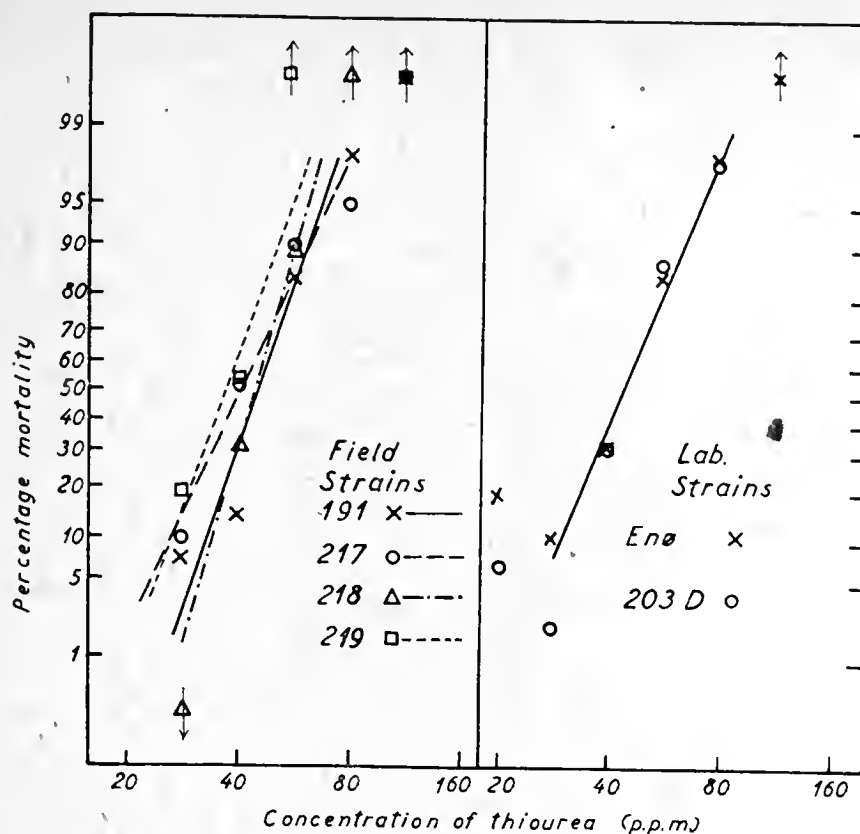


Fig. 1. The effect of thiourea on larvae of various strains of houseflies.

Two days old larvae (average weight 2.3—2.8 mg) placed in treated media. The percentage mortality (preadult) is based on the number of flies hatched in relation to the number hatched in untreated media.

*Field strains* collected on farms in September—October 1959:

No. 191: Never exposed to thiourea.

Nos. 217—219: Thiourea used in the summer of 1958 and 1959.

*Laboratory strains:*

EN Ø: Susceptible.

203 D: Resistant to both organophosphorus compounds and chlorinated hydrocarbons. Diazinon pressure in the laboratory.

To stop the production of flies in a farm, the new manure has to be treated twice a week, and to be economical the method calls for a systematical stacking of the manure.

As thiourea is known as a potent inhibitor of microorganisms, the possible effect of thiourea-treated manure on the biological processes in soil (especially the nitrification) and on plant growth was investigated by Jensen and Bendixen (1958). In laboratory and field experiments no harmful effects were found at dosages ten times the recommended treatments, and the added thiourea disappeared from the soil within a few weeks. Moreover no uptake of thiourea by plants (carrots, barley and clover) at even higher dosages, 50 kg/ha, could be detected.

The physiological mode of action of thiourea in the larvae is not clear, but at certain concentrations which allow the larvae to grow, thiourea interferes with the pupation, and abnormal, more or less larviform, puparia are formed which do not hatch. This suggests an interference with the hormone control of pupation.

## II. The effect of thiourea on the resistance of fly populations to certain insecticides used for control of adults

When the practical value of thiourea had been demonstrated, it was of interest to investigate the effect of thiourea treatments on the insecticide resistance of natural house fly populations, which were partly resistant to both chlorinated hydrocarbons and certain organic phosphates (espec. Diazinon). Ogita (1958 a, b) has shown that a related compound, phenyl thiourea (PTU), was negatively correlated to DDT-resistance in certain strains of *Drosophila*.

However, PTU is too weak a larvicide for practical fly control, and we have not found a negative correlation between tolerances to PTU and DDT in our houseflies.

With thiourea, our laboratory tests showed practically the same tolerance in susceptible strains and strains resistant to DDT or BHC or organic phosphates (Diazinon etc.). Moreover, when treated media were seeded with larvae of a uniform weight, the concentration-mortality curves were steep (Fig. 1) showing that the strains were homogenous as to thiourea tolerance.

Table 1

DDT-resistance in six fly populations on farms before and after three months' use of thiourea as a larvicide, in comparison with four fly populations that received no chemical control. F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> means first and second laboratory generation. I and II means first and second culture in the respective generations.

Method of fly Control	Farm No.	Sex	Per cent Knock-down-resistant ( <i>kdr</i> )							
			Before treatment				Around 1. September			
			Tests carried out in				Tests carried out in			
			F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>1</sub>		F <sub>2</sub>	
			I	II	I	II	I	II	I	II
Thiourea on the dungheap	153	♂♂	92				91	100		
		♀♀	76				93	97		
		♂♂ + ♀♀	84				92	98.5		
	40	♂♂	27				46			
		♀♀	27				45			
		♂♂ + ♀♀	27				45.5			
	156	♂♂	68		69				39	
		♀♀	57		66				45	
		♂♂ × ♀♀	62.5		67.5				42	
	218	♂♂	38						44	24
		♀♀	31						39	37
		♂♂ + ♀♀	34.5						41.5	30.5
	219	♂♂	37				0		0	0
		♀♀	38				0		3	0
		♂♂ + ♀♀	37.5				0		1.5	0
Sanitation (plastic sheets on the dungheap)	152	♂♂	65	89					53	
		♀♀	68	70					49	
		♂♂ × ♀♀	66.5	79.5					51	
	155	♂♂	21				29			
		♀♀	19				23			
		♂♂ + ♀♀	20				26			
	157	♂♂	48	43			38		49	
		♀♀	56	58			45		60	
		♂♂ + ♀♀	52	50.5			41.5		54.5	
	41	♂♂	27						4	
		♀♀	30				7		9	
		♂♂ + ♀♀	28.5						6.5	



Thus we have found neither a negative nor a positive correlation between tolerance to thiourea and resistance to the contact insecticides.

In 1958 larviciding with thiourea in the dungheap was used in June, July and August as the only means of fly control in 6 experimental farms, and as a control 4 farms in the same area received no chemical fly control, but fly breeding was kept at a minimum by covering the dung-heaps with plastic sheets.

Samples of flies were collected on the farms at the beginning of June before treatment and again after 3 months, after which a residual DDT-spray was applied.

As far as possible DDT-resistance was measured in the  $F_1$  bred in the laboratory. The heterogeneous DDT-resistance of each population was primarily characterized by the timeknock-down curve of flies continuously exposed to paper sprayed with DDT-solution (J. Keiding, 1958b), but parallel determinations of the resistance to the lethal effect was carried out by topical application of acetone solutions, and by 6 hours' exposure to filter-paper impregnated with graded dosages of DDT in mineral oil (WHO standard papers for testing DDT-resistance in mosquitoes).

The results of the three methods agreed well. By means of the knock-down-curve we estimated the percentage of DDT-resistant flies, homozygous *kdr*, i. e. females active after 5 hrs., males active after 4 hrs (table 1).

It appears from the table that both increase and decrease of the proportion of DDT-resistant flies were found in the six "thiourea-farms", and the same was the case with the four "control-farms".

Thus there was no indication that the use of thiourea would accelerate a reversion to DDT-susceptibility.

In 1959 thiourea-treatment was used on three of the farms and resistance to DDT, lindane, and Diazinon was measured in the offspring of flies collected at the beginning and the end of the season.

Again there was no indication that thiourea-treatment would select either resistant or susceptible flies.

Moreover thiourea-tolerance was measured in laboratory bred larvae from the three fly populations that had received thiourea for two summers.

The results showed no increase of thiourea resistance in comparison with a population that had not received thiourea or with laboratory strains (fig. 1).

## REFERENCES

- JENSEN, H. L. and BENDIXEN, E., 1958: Om biologisk virkning og sønderdeling af thiourinstof i jord- og staldgødning (English Summary: Biological effects and decomposition of thiourea in farmyard and soil). *Tidsskr. for Planteavl* 62: 499—521. — KEIDING, J., 1958a: Experiments with control of house fly larvae in manure. *Government Pest Infest. Lab. Annu. Rep.* 1955—1956, pp. 49—51. — KEIDING, J., 1958b: The relation between resistance to insecticides and the effect of cetyl bromoacetate in Danish strains of *Musca domestica* L. *Ind. J. Malar.* 12 (4): 453—468. — KEIDING, J., 1959: House-fly control and resistance to insecticides on Danish farms. *Ann. appl. Biol.* 47: 612—618. — OGITA, Z., 1958a: The genetical relation between resistance to insecticides in general and that to phenyl thiourea (PTU) and phenylurea (PU) in *Drosophila melanogaster*. *Botyu-Kagaku* 23: 188—205. — OGITA, Z., 1958b: A new type of insecticide. *Nature* 182: 1529—1530.

# DER EINFLUSS RODENTIZID WIRKENDER CHLORierter KOHLENWASSERSTOFFE AUF EINIGE ARTHROPODEN DES GRÜNLANDES

B. LANGE und R. SOL

Pflanzenschutzamt Oldenburg der Landwirtschaftskammer Weser-Ems

Fast regelmäßig alle 3—4 Jahre treten im Raum zwischen Weser und Ems, besonders auf Grünland, Feldmäuse (*Microtus arvalis* Pallas) stark schädigend auf. Hier hat zur Bekämpfung das Flächenbehandlungsverfahren Eingang gefunden. Bei dem genannten Verfahren werden chlorierte Kohlenwasserstoffe, die zunächst nur als Insektizide im Gebrauch waren, auf die Flächen gespritzt, gesprüht oder gestäubt. Die Mäuse sterben durchweg in 2—3 Tagen nach der Behandlung restlos ab. Es handelt sich dabei im wesentlichen um Präparate auf der Grundlage von Endrin und bzw. oder Toxaphen. In Deutschland gibt man Mischpräparaten den Vorzug, die im allgemeinen Endrin + Aldrin oder Endrin + Toxaphen enthalten. Hinsichtlich näherer Einzelheiten des auch gegen Erdmäuse (*Microtus agrestis* L.) wirksamen Verfahrens, verweisen wir auf die Arbeiten von Schindler, Frank sowie Lange und Crüger.

Da es sich bei den zur Anwendung kommenden Wirkstoffen, insbesondere beim Endrin, um sehr persistente und toxisch nicht unbedenkliche Mittel handelt, haben wir rechtzeitig eingehende Untersuchungen über ihre toxischen Nebenwirkungen vorgenommen und darüber berichtet. Außer allgemeinen Angaben zur akuten und chronischen Toxizität sowie den Toleranzwerten wurden von uns die derzeitigen Kenntnisse über die mögliche Gefährdung von Warmblütern und von Fischen, Kriechtieren und Lurchen diskutiert. Wir kamen zu dem Schluß, daß „bisher keine eindeutigen Hinweise dafür vorlagen, daß mit der Durchführung des Verfahrens zur Zeit der Vegetationsruhe und bei den inzwischen erarbeiteten geringeren Aufwandmengen (750 ccm/ha der Misch-Präparate) besonders weitreichende und unerwünschte Nebenwirkungen auf die hier in Betracht kommende Lebewelt verbunden sind“. Seitdem bekannt gewordene (jedoch nicht veröffentlichte) Wildschäden ließen sich entweder auf Überdosierung, unzeitgemäße und unsachgemäße Anwendung zurückführen, oder der Nachweis einer Vergiftung konnte toxikologisch nicht erbracht werden. Bewußt in Kauf genommene Fischvergiftungen bei der Bekämpfung der Großen Wühlmaus (*Arvicola terrestris* L.) (Reich, 1958) scheiden hier aus.

Bei den oben erwähnten Mitteilungen zur Toxizität der Wirkstoffe haben wir nur kurz und unvollkommen auf die Nebenwirkungen für Insekten und Bodenorganismen des Grünlandes eingehen können. Literatur darüber lag kaum vor, und eigene Untersuchungen waren noch nicht in Angriff genommen worden. Die Ergebnisse von Insektizid-Spritzungen in Luzerne mit verschiedenen Mitteln (Fenton, 1959), bei denen die Nützlinge mit Endrin weniger geschädigt wurden als mit Parathion, konnten wir für unsere Verhältnisse nicht ohne weiteres übernehmen, auch nicht die Mitteilungen von Hough (1957) zu diesem Fragenkomplex. 1959 und 1960 haben wir deshalb in der Wesermarsch (Oldenburg) auf Grünland-Versuchsflächen nach unten näher beschriebener Methodik den Einfluß der Spritzungen auf die epigäische Fauna, insbesondere Arthropoden, näher untersucht. Leider müssen wir uns aus Zeitmangel hier auf die wichtigsten Ergebnisse beschränken. Zu großem Dank sind wir für die Determinierung des Untersuchungsmaterials bzw. ihre Mithilfe und Hinweise verpflichtet den Herren: G. Kerstens, Aldrup, H. Lücke, Bremen (Coleopteren), Dr. K. Strenzke, Wilhelmshaven (Milben, Collembolen), Dr. h. c. C. Willmann, Bremen (Milben), Prof. Dr. C. F. Roewer, Bremen (Spinnen), und Dr. W. Richter, BBA Oldenburg, für die pflanzensoziologische Bestandsaufnahme der Versuchsflächen.

## Untersuchungsgebiet

Die drei nach Gesichtspunkten des Feldmausbefalls ausgewählten Versuchsflächen lagen in einem ausgesprochenen Grünlandgebiet mit einem geringen Anteil an Ackerland auf der westlichen Seite der Unterweser (6—7 km vom Fluß entfernt) im Landkreis Wesermarsch (Oldenburg). Der Boden gehört zum Typ der Altmarsch (kalkarm).

Die Untersuchungen wurden im Herbst 1959 in Schweierfeld (abgekürzt Sf) auf einer im Jahre 1958 angesäten Weide und in Ovelgönne (O) auf einer Dauerweide vorgenommen. Im Frühjahr 1960 legten wir einen dritten Versuch auf Dauergrünland in Colmar (C), westlich von Ovelgönne an.

Die pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen des Gebietes von W. Richter sind in einer ausführlichen Veröffentlichung enthalten.

### Methodik

Bei den Untersuchungen zur Bodenoberflächenfauna benutzten wir Blechschalen von 22 cm Durchmesser und etwa 7 cm Höhe, welche erdgrau gestrichen waren. Diese Schalen, die auch Prilop (1957) und Lücke (1960) benutzten, wurden in die Erde eingelassen und zwar so, daß Erdoberfläche und Schalenoberrand gleicher Höhe waren. Eine genauere Beschreibung dieser Schalen gibt Prilop. Die Schalen wurden mit Wasser gefüllt, dem Formalin (4%) und Netzmittel (Newatol Os) zugesetzt war. Die Anordnung der Schalen wurde den jeweiligen Versuchspartzen angepaßt. In Sf wurden vom 2. bis zum 19. Oktober 1959 die Schalen jeweils am Montag, Mittwoch und Freitag geleert. Am 5. Oktober wurde mit Endrin + Toxaphen und einer organischen Phosphorverbindung gegen Feldmäuse gespritzt.

In O wurden die Versuche in der Zeit vom 6. Oktober bis 13. November 1959 durchgeführt und wie in Sf geleert. Die Spritzung erfolgte am 31. Oktober 1959 mit den gleichen Wirkstoffen, die auch in Sf benutzt wurden, und außerdem mit Endrin + Aldrin.

Bei den Versuchen im Jahre 1960 in C, in der Zeit vom 1. März bis zum 12. April, wurde am 18. 3. 1960 mit Endrin + Aldrin und einer organischen Phosphorverbindung gespritzt. Die Schalen wurden jeweils am Dienstag und Freitag geleert.

Die organische Phosphorverbindung, als Ersatz für das persistente Endrin gedacht, erwies sich jedoch im Verlauf dieser und anderer Versuche als nicht ausreichend wirksam gegen Feldmäuse, so daß sie für diesen Zweck nicht eingesetzt werden kann.

### Ergebnisse der Schalenfänge und Einfluß des Flächenbehandlungsverfahrens

Das naturgemäß jahreszeitlich nach Art und Zahl verschieden angefallene Tiermaterial erforderte eine Auswahl einzelner Gruppen für eine genaue Untersuchung. Wir beschränkten uns auf die folgenden: Käfer, Collembolen, Milben und Spinnen.

#### 1. Käfer (Coleoptera)

In O (1959) und C (1960) wurde eine große Anzahl Käfer gefangen. Die Käferzahl in Sf war so niedrig, daß auf eine Bestimmung verzichtet wurde.

Im Herbst wurden in O bei 8 Fängen mit 20 Schalen 2576 Individuen erbeutet. Sehr zahlreich waren die *Chrysomelidae* (63%) und zwar nur eine Art: *Longitarsus luridus* Scop. Die Käferart ist nicht charakteristisch für Grünland. Prilop (1957) und Schober (1959) fanden sie an Zuckerrüben bzw. in Grasmonokulturen. In O wurde auch eine große Anzahl *Staphilinidae* (30%) gefunden, die sehr artenreich war. Dabei dominierte die Art *Xantholinus linearis* Oliv. Die Coleopterenfamilien mit einer geringeren Individuenzahl waren: *Carabidae*, *Curculionidae* und *Hydrophilidae* und vereinzelt Arten anderer Familien.

Im Frühjahr 1960 wurden in C bei 11 Fängen (40 Schalen) 1863 Käfer gefangen. Alle Familien, die im Herbst 1959 in O vorhanden waren, traten auch hier wieder auf, dazu kam noch eine Käferart der *Cryptophagidae*. Die *Chrysomelidae* waren nicht vorherrschend. *Longitarsus luridus* wurde zwar hier auch gefangen, aber nur in geringer Zahl, so daß diese Art im Frühjahr nicht für die Beantwortung unserer Frage herangezogen werden konnte. Die *Staphilinidae* kamen auch hier an zweiter Stelle, wie im Herbst 1959 in O, jedoch wurde eine höhere Zahl an Arten gefunden. Bei diesen Frühjahrsfängen waren die *Hydrophilidae* am stärksten vertreten (33%). Besonders *Helophorus brevipalpis* Bed. war sehr zahlreich (88%) vorhanden. Fast genau so stark wie die *Staphilinidae* waren die *Carabidae* vertreten (jedoch weniger Arten). Mehr als dreiviertel der *Carabidae* (77%) gehörte zu der Art *Bembidion guttula* F. Die Arten *Helophorus brevipalpis* und *Bembidion guttula* bevorzugten anscheinend feuchte Standorte. Ihre Aktivität wird offensichtlich durch Feuchtigkeit (am 8. 4. 1960 hatte es geregnet) gesteigert, so daß die höheren Fangzahlen z. B. am 12. 4. 1960 (s. Abb. 3 und 4) erklärlich sind, wie dies auch Schober (1959) bei der verwandten Art *Helophorus nubilus* F. angenommen hat.

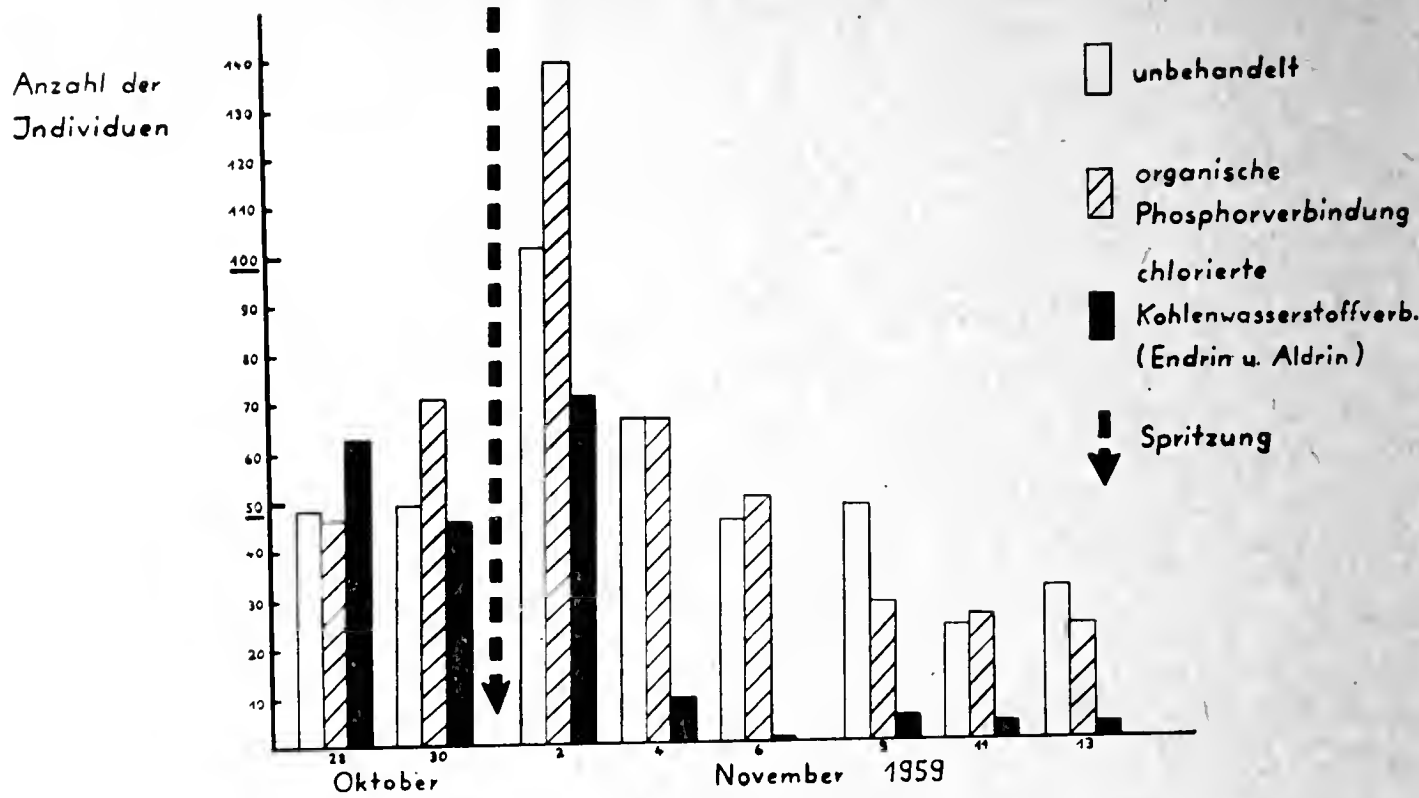
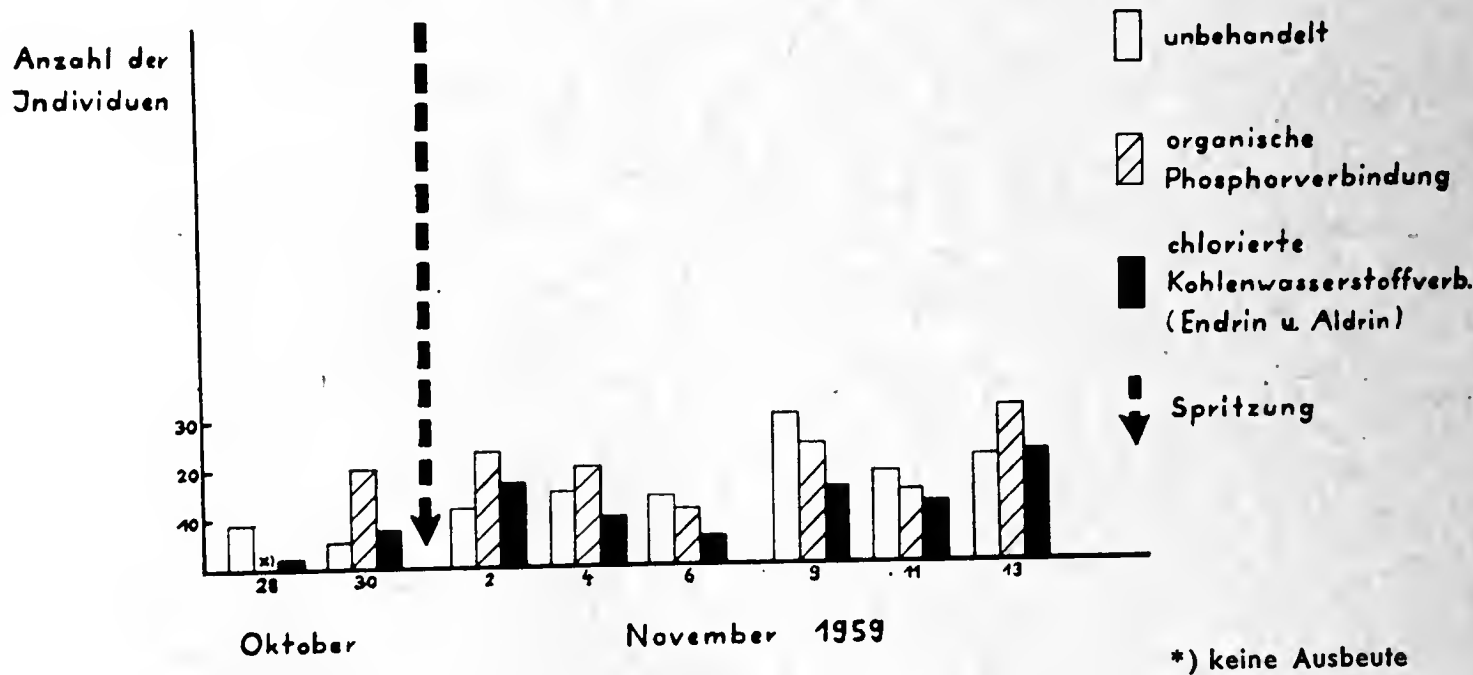


Abb. 1. Einfluß der Flächenbehandlung auf Coleopteren des Grünlandes, *Longitarsus luridus* Scop. (Chrysomelidae)

Neben den erwähnten Imagines wurden noch zahlreiche Käferlarven (2309 Individuen) erbeutet, wobei die Cantharidenlarven vorherrschend waren. Diese fand Schaerffenberg (1939) ebenfalls in großer Zahl in der kalten Jahreszeit auf Grünland. Auch bei den Canthariden-Larven unserer Schalenfänge war am 12. 4. 1960 ein stärkerer Anstieg der Individuenzahl festzustellen (vgl. Abb. 5), wie wir dies für Imagines anderer Arten (s. o.!) erwähnt haben.

Wenn wir uns nunmehr dem Einfluß der Spritzungen auf die Coleopteren zuwenden, ergeben sich die in den Abbildungen 1—4 gezeigten Resultate. Zunächst sei auf die Spätherbst-Behandlung eingegangen.

Nachdem am 31. 10. 1959 in O gespritzt wurde, stieg die erste Fangausbeute bei *Longitarsus luridus* am 2. 11. 1959 bei beiden Wirkstoffgruppen ganz erheblich an, bei *Xantholinus linearis* nur gering. Da dieser Anstieg auch auf unbehandelten Flächen deutlich merkbar war (vgl. Abb. 1 und 2), konnte nicht die Spritzung diese Mobili-



\*) keine Ausbeute

Abb. 2. Einfluß der Flächenbehandlung auf Coleopteren des Grünlandes, *Xantholinus linearis* Oliv. (Staphylinidae)



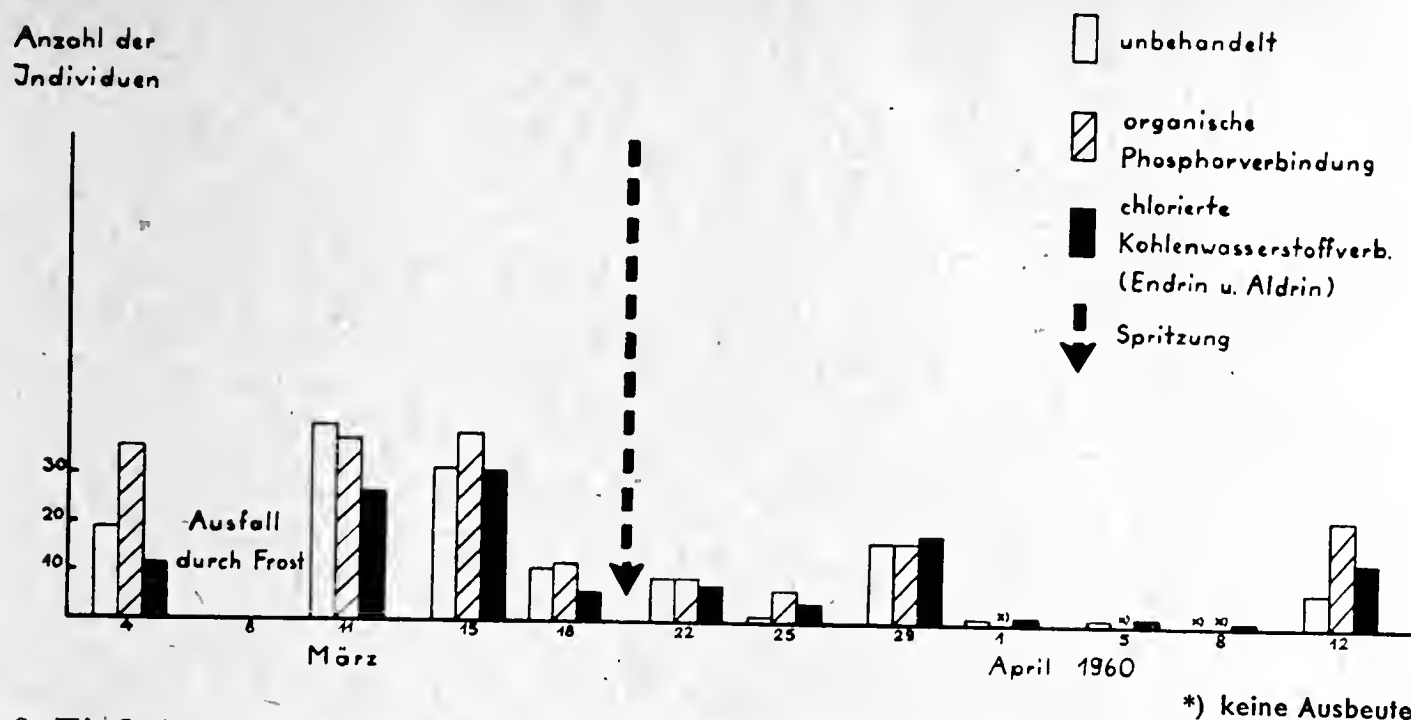


Abb. 3. Einfluß der Flächenbehandlung auf Coleopteren des Grünlandes, *Helophorus brevipalpis* Bed. (Hydrophilidae)

sierung verursacht haben. Bei der zweiten Fangausbeute am 4. 11. 1959 zeigte die organische Phosphorverbindung bei *Longitarsus luridus* und *Xantholinus linearis* keinen Einfluß gegenüber dem Zustand vor der Spritzung. Die chlorierten Kohlenwasserstoffverbindungen beeinflussten aber deutlich *Longitarsus luridus*, nicht jedoch *Xantholinus linearis* (Abb. 1 und 2). Die Käferzahl bei *Longitarsus luridus* wurde aber in keinem Fall völlig reduziert.

Betrachten wir weiter die Frühjahrs-Behandlung, so konnten nur die Arten *Helophorus brevipalpis* und *Bembidion guttula* für unsere Untersuchungen herangezogen werden.

Es zeigte sich bei ihnen, daß die Spritzung am 18. 3. 1960 (Abb. 3 und 4) die Fangausbeute keineswegs störte; dabei war ein gesicherter Unterschied zwischen den beiden Wirkstoffgruppen und unbehandelt nicht festzustellen. Die bei der Frühjahrsbehandlung ergiebig anfallenden *Canthariden*-Larven wurden ebenfalls von den oben genannten Wirkstoffgruppen nicht deutlich beeinflußt (Abb. 5).

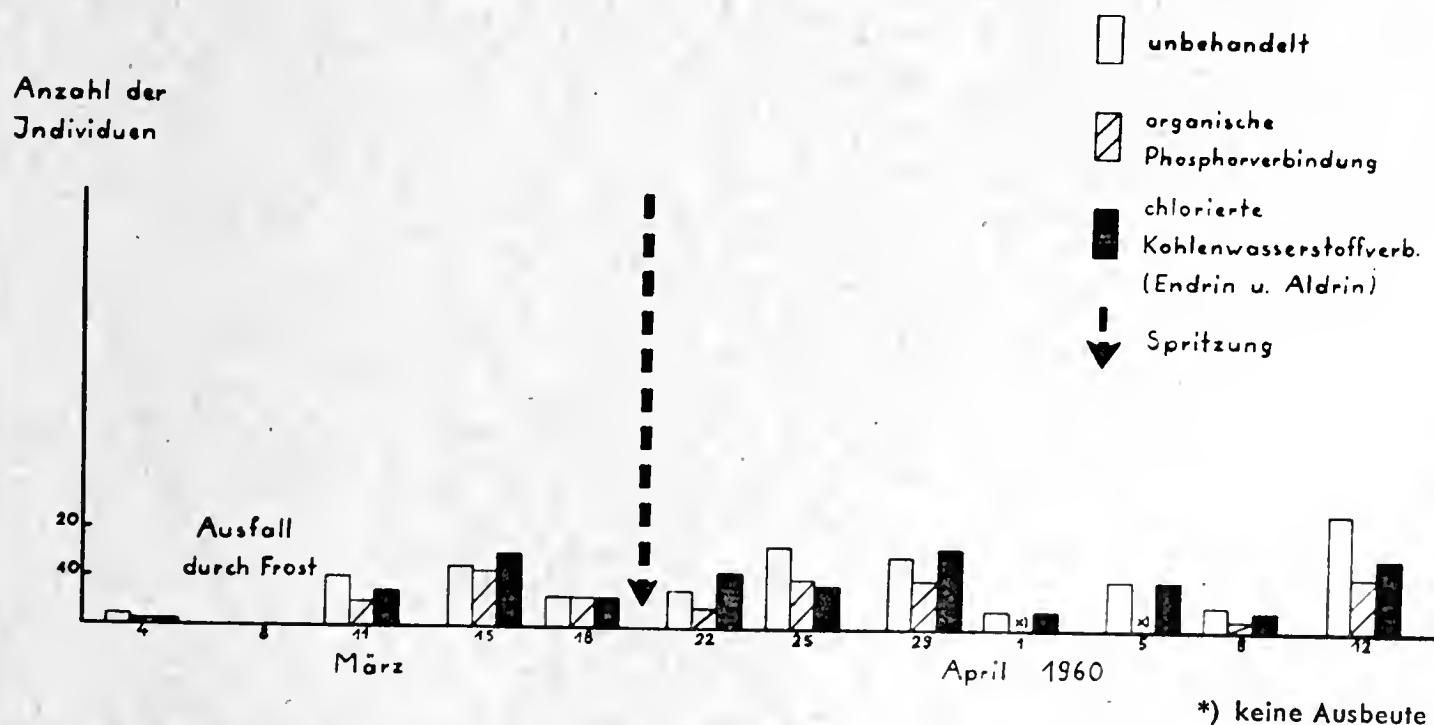


Abb. 4. Einfluß der Flächenbehandlung auf Coleopteren des Grünlandes, *Bembidion guttula* F. (Carabidae)

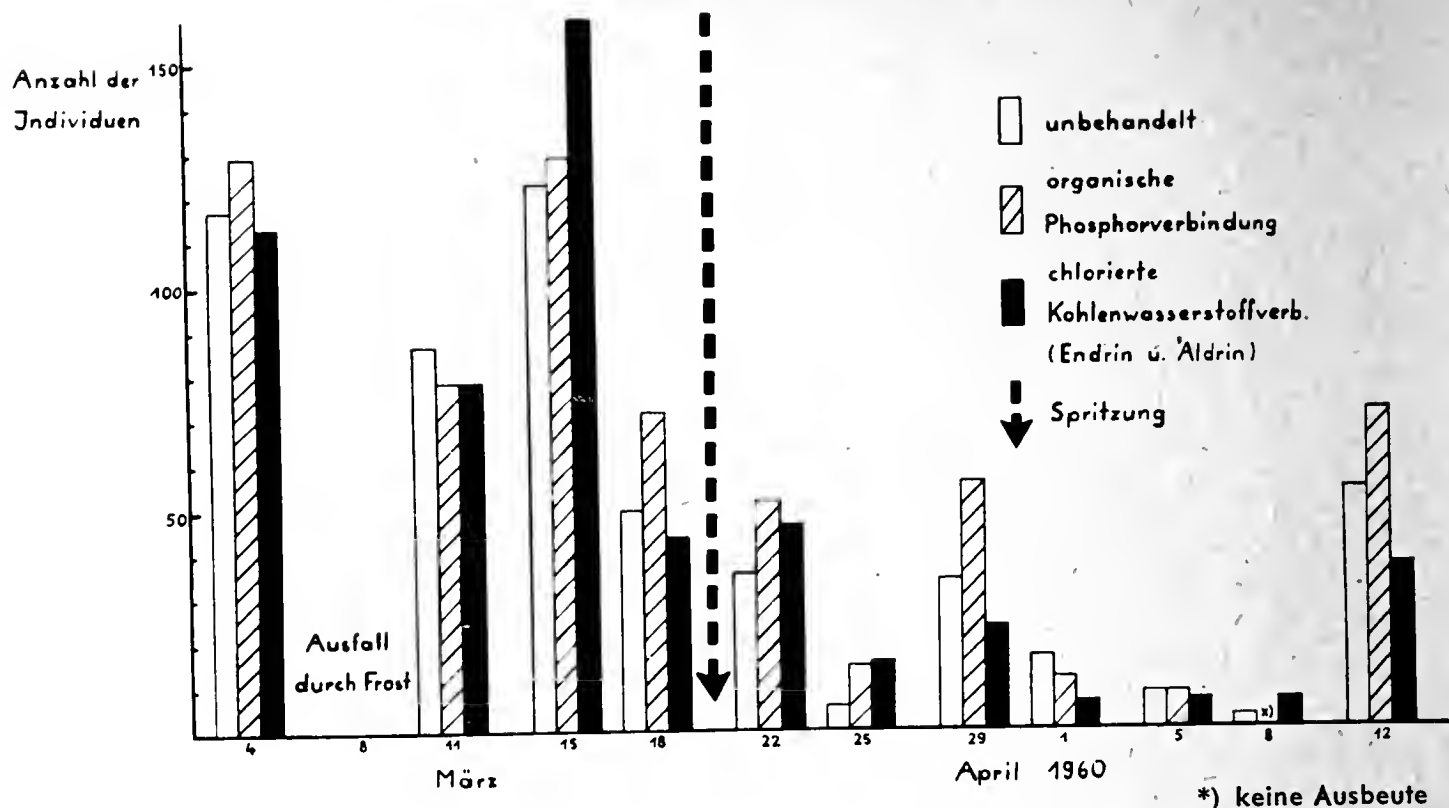


Abb. 5. Einfluß der Flächenbehandlung auf Canthariden- (Coleopteren-) Larven des Grünlandes, Larven der *Cantharis spec.*

## 2. Collembolen

Im Herbst 1959 wurden in Sf in 8 Fängen mit insgesamt 16 Schalen 1003 Individuen erbeutet. 53% davon gehörten zu der Art *Sminthurus viridis* L., fast der Rest zu *Sminthurus nigromaculata* Tullbg. *Sminthurus viridis* und *S. nigromaculata* sind Charakterarten der Grasfauna trockener Wiesen bis in den Hochjura. Es kamen noch *Lepidocyrtus spec.* und *Podura aquatica* L. vor. Diese ließen sich jedoch aus technischen Gründen nicht quantitativ sammeln.

In O wurde nur eine geringe Anzahl Collembolen gefangen, in C waren keine Herbstversuche angelegt worden. In C wurden im Frühjahr keine *Sminthuridae* gefunden, während *Hypogastruridae* und *Entomobryidae* sehr zahlreich auftraten. Ein quantitatives Sammeln war jedoch auch in diesem Fall trotz Netzmittelzusatz ausgeschlossen. Unsere Untersuchungen konnten sich deshalb nur auf *Sminthuridae*, die im Oktober 1959 noch einigermaßen zahlreich auftraten, erstrecken. Im Winter treten *Sminthuridae* völlig zurück, wie Strenzke mitgeteilt hat.

Bei den angewandten Wirkstoffgruppen konnten wir bei der organischen Phosphorverbindung keinen Einfluß feststellen (vgl. Abb. 6). Bei den chlorierten Kohlenwasserstoffverbindungen (Endrin + Toxaphen) wurde nach einer Woche (12. 10. 1959) ein Absinken der Individuenzahl festgestellt, das nicht mit Sicherheit auf den Eingriff zurückgeführt werden kann. Die Fänge am 7. und 9. Oktober hatten auch auf der unbehandelten Parzelle eine geringere Ausbeute geliefert, so daß die niedrigen Fangzahlen (im Vergleich zu den am 5. 10. 1959) auf den behandelten Flächen an diesen beiden Tagen nicht auf die Spritzung zurückgeführt werden können.

## 3. Milben (*Acarina*)

Im Oktober 1959 wurden in Sf 1398 Individuen (8 Fänge, 16 Schalen) gesammelt. 86% davon gehörten zur Gattung *Balaustium*. Weiter wurde noch *Anystis baccarum* L. gefunden (14%). Bei dem zweiten Versuch 1959 in O war die Zahl der Milben sehr gering.

In C wurden Ende März 1960 die Milben besonders aktiv (vgl. Abb. 7) und blieben, zwar mit starken Schwankungen, immer vorhanden. Bei den 11 Fängen mit 10 Schalen pro Parzelle (insgesamt 4 Parzellen) erbeuteten wir 3588 Individuen, die fast ausschließ-

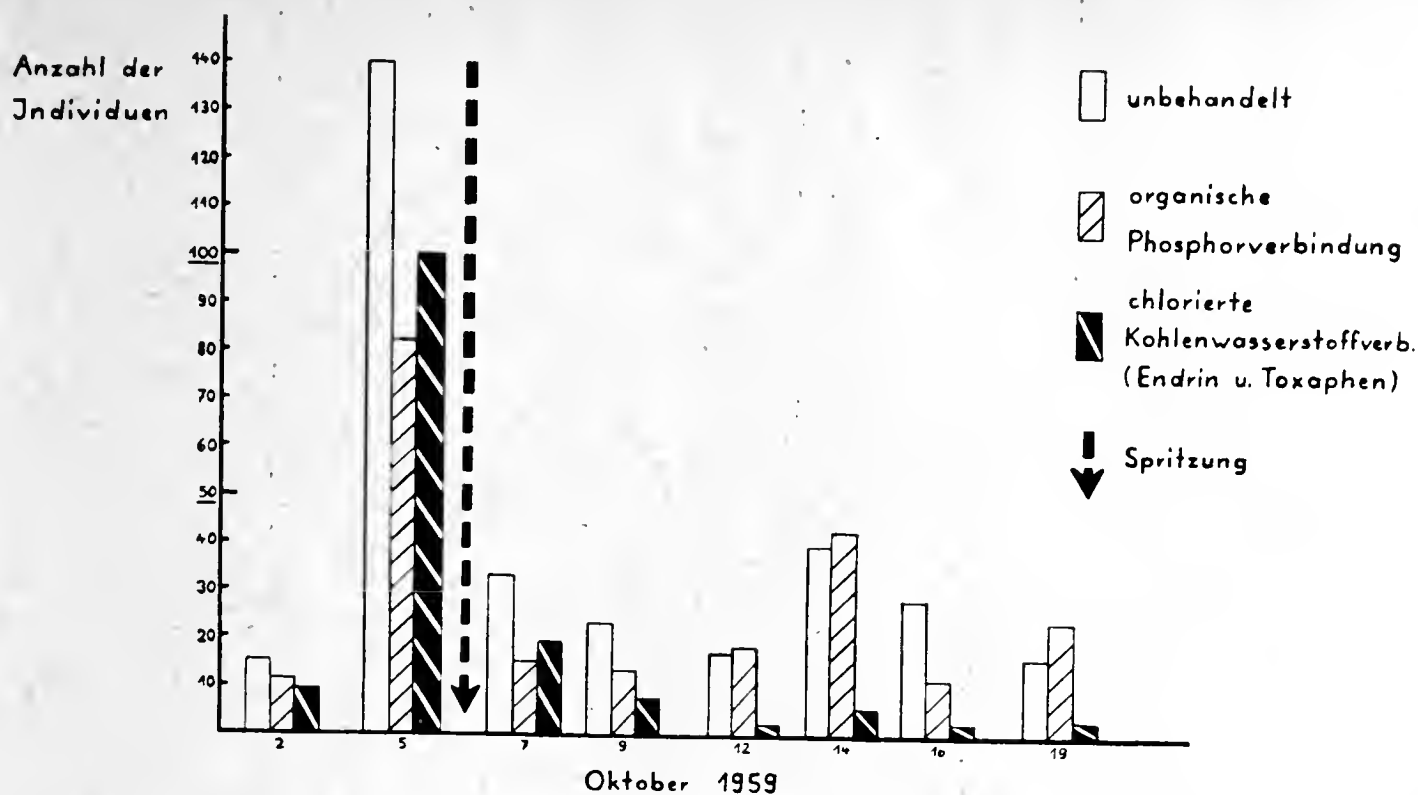


Abb. 6. Einfluß der Flächenbehandlung auf Collembolen des Grünlandes, *Sminthurus viridis* L. und *S. nigromaculata* Tullbg.

lich zur Gattung *Balaustium* gehörten. Franz (1950) fand diese Gattung ebenfalls u. a. auf Wiesen- und Ackerböden, Boness (1953) am Boden der von ihm untersuchten Wiesen und im Heu.

Aus Abb. 7 geht hervor, daß die Aktivität der Milben stark schwankt und daß diese Schwankungen sowohl auf den behandelten als auch den unbehandelten Parzellen fast immer parallel verlaufen. Auf die Milben-Gattung *Balaustium* hat das Spritzverfahren gegen Feldmäuse demnach offenbar keinen Einfluß. Die nicht dargestellten Fangergebnisse vom Oktober 1959 in Sf zeigten ein ähnliches Bild.

#### 4. Spinnen (*Araneae*)

Bei sämtlichen Versuchen war die Ausbeute an Spinnen groß. Im Herbst waren es in Sf 2441, überwiegend *Micryphantidae*, und zwar im wesentlichen *Oedothorax fuscus* Bl,

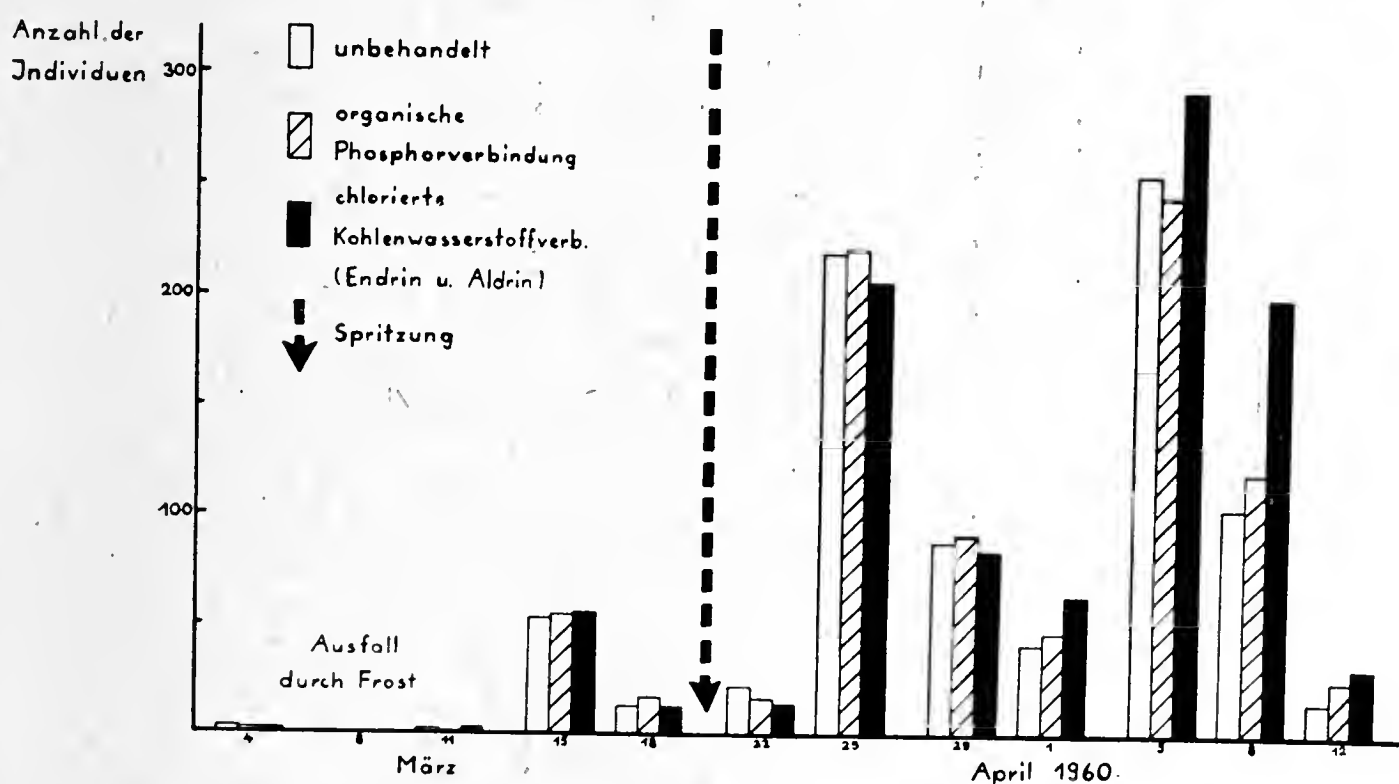
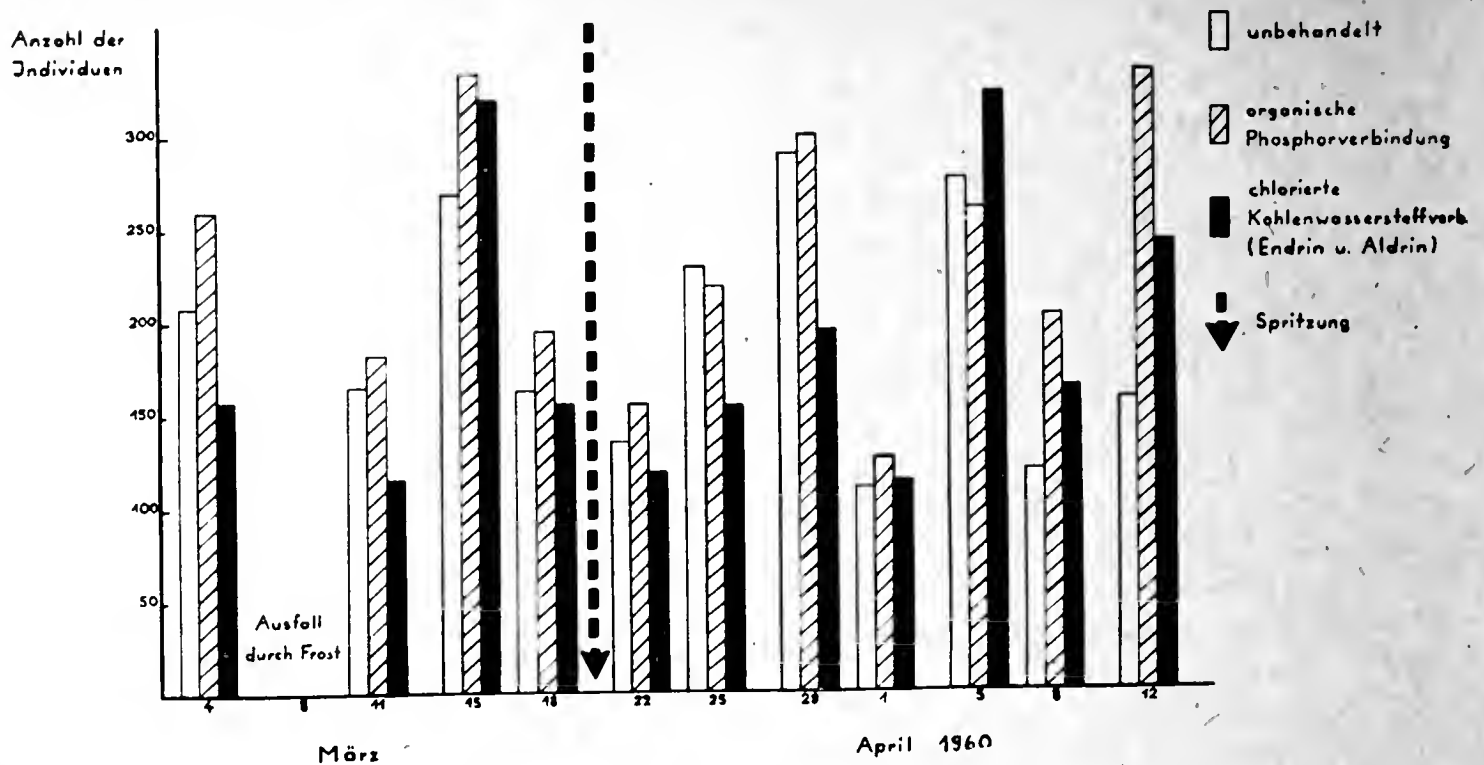


Abb. 7. Einfluß der Flächenbehandlung auf Milben des Grünlandes, *Balaustium* spec. (Acar., Trombidiformes)

Abb. 8. Einfluß der Flächenbehandlung auf Spinnen des Grünlandes (*Araneae*).

*Oedothorax retusus* Westr. und *Oedothorax opicatus* Bl. Das Gros der *Micryphantidae* war aber sehr jung („pulli“) und deshalb unbestimmbar. Gefunden wurden aber auch einzelne *Linyphiidae* (*Centromerita bicolor* Bl.) und *Lycosidae* (*Pardosa agricola* Thor., *P. agrestis* Westr., *Trochosa ruricola* Deg., *Trochosina terricola* Thor.), in O 3128 und im Frühjahr in C 8711. Den Einfluß der Flächenbehandlung bei einer Art oder Gattung zu prüfen, war jedoch nicht möglich. Daher wurden die Individuen sämtlicher Arten zusammengezählt und der Einfluß auf die gesamte Tiergruppe untersucht.

Nach der Spritzung zeigten, wie aus Abb. 8 hervorgeht, die Zahlen von unbehandelten und behandelten Parzellen keinen Unterschied. Die Fangausbeuten verliefen parallel. Einen Einfluß der Flächenbehandlung auf Spinnen konnten wir demnach nicht feststellen.

#### LITERATUR

- BALOGH, J.: Lebensgemeinschaften der Landtiere. Akademi Kiado Budapest. 1958. — BONESS, M.: Die Fauna der Wiesen unter besonderer Berücksichtigung der Mahd. Zeitschr. Morph. u. Ökol. d. Tiere 42. 1953, 225—277. — FENTON, F. A.: The effect of several insecticides on the total arthropod population in alfalfa. Journ. econ. Ent. 52. 1959, 428—432. — FRANK, F.: Die neue Entwicklung der chemischen Bekämpfung von Mäuseplagen. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutz. (Braunschweig) 8. 1956, 105—109. — FRANZ, H.: Bodenzöologie als Grundlage der Bodenpflege. Berlin 1950. — GISIN, H.: Ökologie und Lebensgemeinschaften der Collembolen im schweizerischen Exkursionsgebiet Basels. Rev. Suisse Zool. 50, 1943, 131—224. — HOUGH, W. S.: Effect of mouse control spray of endrin on insect life in orchard ground cover. Journ. econ. Entom. 50. 1957, 692—693. — LANGE, B.: Neue Wege in der Feldmausbekämpfung. Gesunde Pflanzen 8. 1956, 221—225. — LANGE, B. und CRÜGER, G.: Die Wirkstoffe Toxaphen und Endrin: ihre toxischen Nebenwirkungen aus dem Blickwinkel des Flächenbehandlungsverfahrens gegen Feldmäuse (*Microtus arvalis* Pallas). Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutz. (Braunschweig) 9. 1957, 102—108. — LANGE, B. und CRÜGER, G.: Zur Frage der Gefährdung von Weidevieh bei Anwendung der Flächenbehandlung gegen Feldmäuse (*Microtus arvalis* Pallas) auf Grünland. Anz. Schädlingskde. 30. 1957, 169—172. — LANGE, B. und CRÜGER, G.: Erfahrungen bei der Bekämpfung von Feldmäusen (*Microtus arvalis* Pallas) im Flächenbehandlungsverfahren. Verh. IV. Intern. Pflanzensch. Kongreß, Hamburg 1957, Bd. 2. (Braunschweig 1960), 1349—1355. — LÜCKE, E.: Die epigäische Fauna auf Zuckerrübenfeldern unterschiedlicher Bodenverhältnisse im Göttinger Raum. Zeitschr. angew. Zool. 47. 1960, 43—90. — PRILOP, H.: Untersuchungen über die Insektenfauna von Zuckerrübenfeldern in der Umgebung von Göttingen. Zeitschr. angew. Zool. 44. 1957, 447—509. — REICH, H.: Erfahrungen und Ergebnisse der obstbaulichen Schädlingsbekämpfung bestimmen die kommenden Maßnahmen. Mitt. Obstbauversuchsring des Alten Landes. 1958, 70—77. — REITTER, E.: Fauna Germanica.



Die Käfer des Deutschen Reiches. Bd. I—V. Stuttgart. 1908—1916. — RICHTER, W.: Über die Wirkung starken Feldmausbefalls (*Microtus arvalis* Pallas) auf den Pflanzenbestand des Dauergrünlandes und der Äcker. Abh. naturw. Ver. Bremen 35. 1958, 322—334. — ROEWER, C. F.: Araneae, Echte oder Webspinnen, in: Die Tierwelt Mitteleuropas von Brohmer, P., Ehrmann, P. und Ulmer, G. III. Bd., Leipzig. 1929. — SCHAERFFENBERG, B.: Untersuchungen über die Coleopteren- und Dipteren-Fauna des Weidebodens. Zeitschr. angew. Ent. 26. 1939, 536—544. — SCHINDLER, U.: Erdmausbekämpfung mit Insektiziden. Zeitschr. angew. Zool. 43. 1956, 407—423. — SCHÖBER, H.: Biologische und ökologische Untersuchungen an Grasmonokulturen. Zeitschr. angew. Zool. 46. 1959, 401—455. — SKUHRÁVY, V.: Studium der Tierwelt der Bodenoberfläche. Anz. Schädlingsskde. 41. 1958, 180—182. — STRENZKE, K.: Ökologische Studien über die Collembolengesellschaften feuchter Böden Ostholsteins. Arch. Hydrobiol. 42. 1949, 201—303.

## RADIOTRACER STUDIES OF OIL FILMS ON INSECTS

C. T. LEWIS

Dept. of Zoology, Imperial College, London

Quantitative data concerning the uptake of oil by insects walking over fine deposits have been obtained by means of radioactive oil samples prepared by the addition of Iodine-131 to traces of an unsaturated hydrocarbon.

For a range of species walking over a mineral oil (Risella 17) deposit of 3 microlitres per sq.cm. on filter paper, the initial rate of flow on to the cuticle is found to be extremely small, varying from  $2.3 \times 10^{-8}$  ml. to  $3.0 \times 10^{-7}$  ml. per minute.

Nevertheless, an appreciable fraction of the oil thus transferred to the tarsi rapidly diffuses over the epicuticle to cover the entire body surface with a fine film within a very few minutes, to which more oil accumulates at a steadily decreasing rate.

The long-term approach to equilibrium between the oil on the substratum and the oil film on the insect has also been studied; a near-approach to such a equilibrium is achieved in "crawling insect" biological assay techniques. For example, the film of oil taken up by *Carpophilus dimidiatus* larvae rises to a maximum level in five hours; in contrast, *Tribolium castaneum* adults take about 24 hours to approach equilibrium.

This work forms part of an investigation which will be reported in detail elsewhere.

# STUDIES ON THE STABILITY OF SPRAY EMULSIONS UNDER EGYPTIAN LOCAL CONDITIONS

A. MAHER ALI AND RAMZI H. BISHARA

Dept. of Insecticides, Ministry of Agriculture, Dokki, Giza, Egypt, U. A. R.

Egypt imports annually large amounts of Toxaphene and of DDT/Lindane as emulsifiable concentrates. According to the Egyptian Ministry of Agriculture Specifications, formulators of Toxaphene are requested to add an additional 50% of the recommended amount of the emulsifier used for insuring the stability of the concentrate under Egypt's sub-tropical climatic conditions, especially in view of the fact that large amounts may be stored for one or more seasons. This paper is an outline of the work undertaken by the authors on the effect of certain factors on the physical properties of both the above concentrates and their performed emulsions. The major work concerns Toxaphene.

## Methods and Techniques

1. Toxaphene concentrates used in these tests were in storage for one, two, or three years and all passed the Egyptian Ministry of Agriculture tests at time of delivery.

2. Toxaphene formulated in the laboratory included two types of emulsifiers anionic and non-ionic provided by Atlas Co.

3. Performed emulsions were tested according to the specifications of the Egyptian Ministry of Agriculture (see Appendix), using the following types of water which were prepared in accordance with the 1956 WHO specifications:

- a. Soft water 57 ppm hardness.
- b. Hard water 342 ppm hardness.
- c. Hard water 1000 ppm hardness.
- d. Flood Nile water increased to 1000 ppm.
- e. Flood Nile water containing different amounts of Nile silt and prepared as follows:

Flood water was kept for 24 hours in a series of one gallon glass containers. From each jar 800, 600, 400, or 200 ml. were decanted, the rest of the water then shaken vigorously so as to obtain a water with a certain Nile silt content.

4. Hardness of water was checked by the complexone method (Welcher).

5. To study the effect of heat, toxaphene was heated to a temperature of 55°C for 15 days in sealed glass containers.

## Results

1. Nile water with different silt contents was used for the emulsion test performance with toxaphene 60% (imported), DDT-Lindane 30% (imported), and DDT 25% (locally formulated). Figures in table (1) are the average of eight tests of both heated and one year old imported toxaphene. Figures indicate the bottom creaming in ml. after one and twenty four hours; results are compared with hard water 342 ppm. Figures do not show any difference between Nile water with different concentrations of silt, whether the emulsion is DDT, DDT/Lindane or Toxaphene, whether the Toxaphene is heated or not and whether emulsifier concentration is 3.6% or 5.4% in the original concentrate.

2) Two types of Toxaphene:

a) Imported and stored for 1.5—2 years.

b) Formulated in the laboratory and heated, were tested with the following types of water: soft 57 ppm., 342 ppm., 1000 ppm., Nile water with both normal and excess amount of silt, and Nile water with total hardness raised up to 342 ppm. The average of results obtained from sixteen tests (table 2a) do not show any significant difference between the effect of soft and Nile water on bottom creaming of Toxaphene emulsion containing any of the two amounts of emulsifiers. The apparent slight increase of

Table 1

The effect of Nile water on the emulsion test performance with different insecticides

Insecticide	property	Duration of test in hours	sort of Nile water						H. W. 342 ppm
			1100 1000	1000 900	1000 800	1000 600	1000 400	1000 200	
Toxaphene 5.4% emulsifier	stored	1	7	7.5	8	8		9	0.75
		24	9	9	8.5	9		9	3
	heated	1	6.5	6.5	7	7		7.5	1
		24	7.5	7.7	8	8		8	2.5
3.6% emulsifier	stored	1	8	8	8.5	8.5		9	1
		24	8.5	8.5	9	9		9	4
	heated	1	8	8	8	8		8	—
		24	9	10	10	9		8.5	4
D.D.T. 25%	locally formulated	1	6.5		6.5	6.7	7	7.5	4
		24	7		7	7.5	7.7	8	4
D.D.T./Lindan 30/9	imported	1	3.7		3	4	4	4	1
		24	5.5		5.75	6	6	5.5	1.5

Table 2

The effect on different water on the emulsion test performance with A-Imported Toxaphene since 2 years

Insecticide	Property	Duration of test in hours	Sort of water hardness in ppm					
			57	342	1000	Nile water	Nile water 342 ppm	Nile 1000 <div>200</div>
Toxaphene 3.6% emulsifier	imported	1	5	1	14	7.5	1	7
		24	7	1	14	9	3	8.5
		1 <sup>1</sup>	2	1	8	5	1	5
		24 <sup>1</sup>	2.5	3.5	8	5.5	2	5
Toxaphene 5.4 emulsifier		1 <sup>1</sup>	3.5	—	8	5	1	9.5
		24 <sup>1</sup>	4	1	8	6	2	8.5
		1	5	—	14	7	0.5	9.5
		24	7.75	—	14	8	3	9.5
B-Toxaphene formulated in the laboratory								
Toxaphene 3.6% emulsifier	formulated in the lab.	1	9	1.5		8.5		
		24	15	8		13		
		1 <sup>1</sup>	6	3		5.5		
		24 <sup>1</sup>	7	4.5		6		
Toxaphene 5.4% emulsifier		1 <sup>1</sup>	1.5	—		2		
		24 <sup>1</sup>	1.7	0.5		2		
		1	0.5	0.5		0.5		
		24	1	0.5		1		

<sup>1</sup> In such tests 5 ml. of Toxaphene are used instead of 10.

Table 3

The effect of different water on the emulsion test performance with stored Toxaphene

Insecticide	Property	Duration of test in hours	Sort of water hardness in ppm			
			57	342	1000	Nile water
Toxaphene 5.4% emulsifier	imported	1	1	1	15	
	recently	24	1	1	16	
	stored for	1	4	1	16	
	6 months	24	6	2	16	
	Stored for	1	5	1	17.5	
	1 year	24	7	4	17.5	
	Stored for 3 years	1 <sup>1</sup>	4.5	20.5	15	
		24 <sup>1</sup>	5	20.5	15	
	formulated in lab. and heated	1	1	1	16	
		24	1	1	16	
		1 <sup>2</sup>	1	1	16	
		24 <sup>2</sup>	1	1	16	
Toxaphene 3.6% emulsifier	lab. formulation	1	9.5	1.5	14	
		24	14.5	1	14	
	lab. formulation and heated	1	9.5	2	14	
		24	14.5	1	14	
		1 <sup>1</sup>	4	10	14	
		24 <sup>1</sup>	16.5	14 <sup>3</sup>	14	

N. B. Oil separation was observed in all tests with water 1000 ppm.

<sup>1</sup> Samples passed the Ministry of Agriculture emulsion test performance on delivery period.

<sup>2</sup> Emulsifier constituents were added after heating.

<sup>3</sup> Oil separation.

bottom creaming in Nile water in comparison with soft water is actually due to settling down of a silt layer amounting to two centimeters high.

The average of 10 tests of heated, and laboratory formulated Toxaphene on water of different types of hardness (table 2b) emphasizes that there is no significant difference between the effect of soft and Nile water on bottom creaming of Toxaphene emulsion. However, figures in this table indicate rather clearly that bottom creaming in Toxaphene containing 3.6% emulsifier is higher than in containing 5.4% emulsifier. It seems likely that one may conclude that the excess of emulsifier in that case is valuable in protecting the emulsifiability of the concentrate from deterioration. However, if we compare results of experiments on newly formulated Toxaphene (table 3), two years old (table 2a) and with Toxaphene heated immediately after formulation in the laboratory (table 2b), it may be concluded that both storage and heating have bad effect on stability of the emulsion; yet heating has more destructive effect particularly on Toxaphene concentrate containing 3.6% emulsifier.

3) Table 3 shows the average results of four treatments which indicate the following:

a) Bottom creaming increases as storage period of Toxaphene is prolonged.

b) Heated Toxaphene maintains its physical properties in good conditions if the anionic and non-ionic inclusions of the emulsifier are mixed after heating while emulsion becomes unstable when formulation is performed before heating; as oil separation with hard water 342 ppm. emphasizes this fact.



4) A sample of Toxaphene giving bad results for emulsion test performance, was tried with soft water 57 ppm., hard water 342 ppm. and Nile water; curiously enough it was noticed that Nile water improved to certain extent the physical properties of the deteriorating Toxaphene. This is indicated by the oil separation obtained when using soft water, contrary to Nile water (table 4).

Table 4

Toxaphene				
5,4% emulsifier	deteriorated	1	9,5 <sup>2</sup>	11,5 <sup>2</sup>
		24	11,5 <sup>2</sup>	11,5 <sup>2</sup>
		1 <sup>1</sup>	3,5	4
		24 <sup>1</sup>	6	6 <sup>2</sup>
				9
				16
				3,75
				6

<sup>1</sup> In such tests 5 ml. of Toxaphene are used instead of 10

<sup>2</sup> Oil separation

5) Table (5) summarizes the analytical results of about one hundred samples of irrigating water. Thus it can be broadly concluded that all the available kinds of irrigating water are suitable for pesticides spray operations.

Table 5

Effect of water from different sources on the emulsion test performance

Source of water	Duration of test in hours	Bottom creaming in ccc.	Hardness in ppm
Irrigating .....	1	3.5	93—151
	24	4.5	
Drainage.....	1	4	156—252
	24	6	
Artisian.....	1	3	233—361
	24	6	

6) It is well known that the concentration of pesticide in the emulsion performance test, would simulate the same concentration practiced in the field. However, since toxaphene is used at concentration of 3% with low volume spray it is reasonable to add 5 c.c. of Toxaphene instead of the 10 c.c. referred to by the ministry of Agriculture specifications. A part of this work is designed to find out whether it is best to use 5 or 10 c.c. From tables (2a, b and 4) it is noticed that the bottom creaming is higher upon the addition of 10 c.c. Toxaphene rather than with the 5 c.c. That would mean that the Ministry of Agriculture specifications are set for the benefit of the purchaser.

### Discussion

According to Behrens (1958), the best emulsion stability performance is obtained at 342 ppm. hardness, and it can be seen that a single test 300 ppm. hard water provides no basis for predicting behaviour of a concentrate in soft water, or in water of 600 ppm. hardness. Consequently, it is of paramount importance to study the performance of emulsion concentrates with local water; i. e. flood Nile water, which fortunately showed that it is not harmful on the stability performance of the emulsion. In addition, Nile water is useful when Toxaphene is losing its emulsifiability property.

For newly formulated Toxaphene, the excess of emulsifier seems to be of no value; however it is valuable in stored stock, and more so when Toxaphene is exposed to heat for certain period. In other words, this excess is essential under our climatic conditions where barrels are exposed to high heat during transportation and storage in warehouses or in fields.

Deterioration of the physical property of Toxaphene whose constituents of emulsifiers are mixed before heating, would lead us either to protect the formulated Toxaphene from high heat or to formulate the material locally.

#### REFERENCES

Specifications for pesticides, WHO, 1956. — BEHRENS, R. W. Jour. Agric. and F. Chem. 6, pp. 20—24, 1958. — WELCHER, F. Y., The Analytical use of E.D.T.A., 1958. — Ministry of Agriculture Specifications for testing Toxaphene emulsifiable concentrate 60%.

## A STUDY ON THE TOLERANCE OF TRIBOLIUM SPECIES TO INSECTICIDES

A. MAHER ALI and M. HUSSEIN

Dept. of Insecticides, Ministry of Agriculture, Dokki, Gizah, Egypt, U.A.R.

The resistance of agriculture pests to the action of synthetic organic insecticides has become one of the most important topics both from the economic and purely academic points of view. Resistant strains of insect pests to specific insecticides are being recorded from time in different areas where such insecticides have been in extensive use (Brown).

The wide scale of insecticides in the control of field crops in the Southern Region of the U.A.R. is of comparatively recent origin and no strain of significant resistance to the action of insecticides in use have been recorded as yet. In view of the importance of the problem, however, laboratory experiments were conducted with the object of studying the selection for insecticides tolerance on the confused flour beetle, *Tribolium* sp.

#### Technique and Procedure

Solutions of pure ingredients of insecticides in toluene are used in these experiments; 1 c. c. of each concentration is dropped with a T. B. microsyringe on a filter paper 11 c. c. in diameter, unless specified otherwise. When absolutely dry, the filter paper is placed at the bottom of a petri dish in which the insects tested are placed, and death rate is recorded daily for a maximum of four days. Five concentrations of each insecticides are prepared to establish the regression line of the normal rate of mortality. Each of such test is replicated twice. The results are plotted on probit-analysis paper, i. e. percentage of mortality against logs. of concentrations in p. p. m. of the toxicant. Unless stated otherwise, 1000 *Tribolium* adults are then repeatedly exposed for 24 hours to the same or increasing doses of the toxicant at 1, 10 or 14 days interval. During these intervals the insects are kept in jars and are provided with food. The results are plotted with the normal regression line on probit analysis paper as percentage of mortality against logs. of concentration of the toxicant in p. p. m. of its cumulative dose. The curves produced thus represent the successive percentages of mortality of insects in each test following the repeated use of the same or increasing doses of the toxicant. The following tests are carried out on *Tribolium* adults:

#### Single insecticides

1. In the first series, 5 tests are conducted using Toxaphene, Methylparathion, Dipterex, and Gusathion as single insecticides. In each test 1400 insects are used; doses are successively increased, the exposure period varies from 24—72 hours, and the interval between two successive exposures is 15 days.

2. In the second series 6 tests are conducted using Methylparathion, Endrin, Gusathion, DDT, Dieldrin and Toxaphene as single insecticides; the interval between exposures to fixed successive doses is 10 days.

3. In the third series eight tests are conducted using Toxaphene, Methylparathion, DDT, Chlordane, Lindane, Dipterex, Gusathion, Endrin and Dieldrin as single toxicants; the interval between exposure to fixed successive doses is one day.

4. In the fourth series, different concentrations of Methylparathion are used. With each concentration, the same dose is repeatedly used; the exposure period is 24 hours and the interval between two successive exposures is one day.

### Combined insecticides

5. The fifth treatment involves the use of Diazinon/DDT mixture with 15 days between two successive exposures.

6. In the sixth series the following combinations of toxicants are used with ten days interval between two successive exposures: DDT/Dipterex, DDT/Endrin, Gusathion/Dipterex, Gusathion/Toxaphene, Endrin/Dipterex.

7. In the seventh series of tests the following mixtures are tested one day interval between two successive exposures: Gusathion/Endrin, Dipterex/Toxaphene, Endrin/DDT, DDT/Toxaphene, Gusathion/Dieldrin, DDT/Lindane, Endrin/Toxaphene, DDT/Gusathion, Endrin/Dipterex, Gusathion/Dipterex, Gusathion/Toxaphene, DDT/Dipterex.

8. In the eighth series of tests the following combinations of toxicants are used with ten days interval between two successive exposures: Gusathion/Dipterex, Gusathion/Toxaphene, Endrin/Dipterex. For matter of comparison other series of tests are carried out in which insects are alternately exposed to action of different single toxicants.

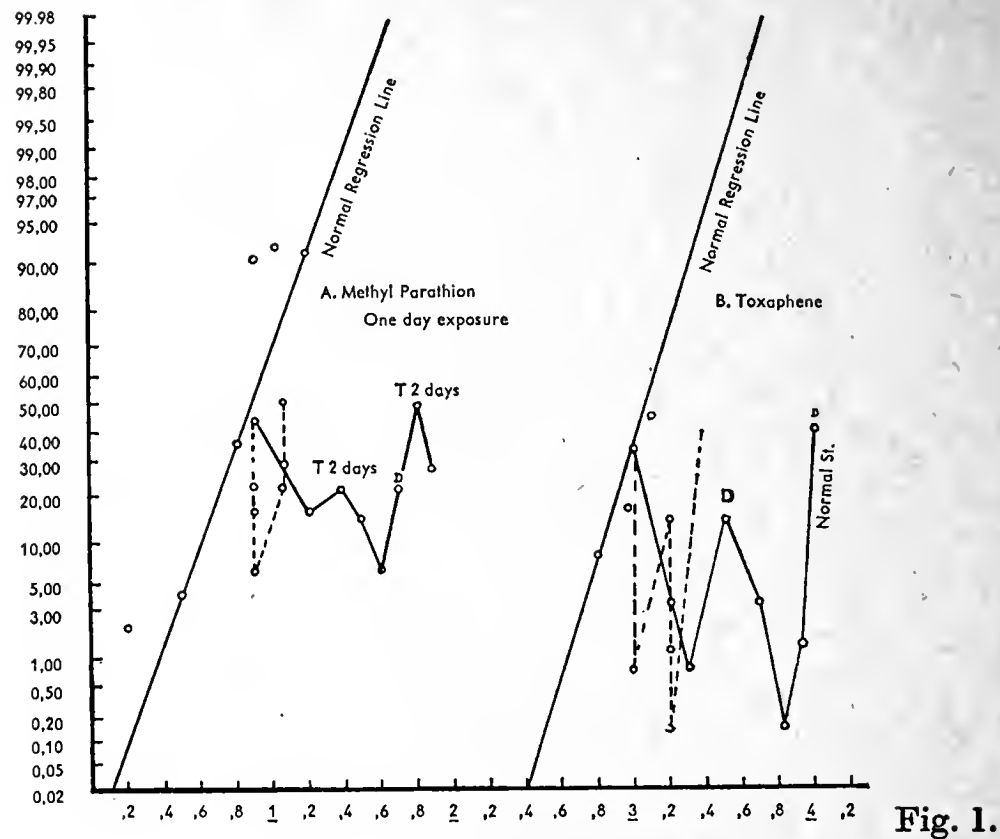
9. In the ninth series, laboratory and a wild strains of the insects were exposed successively to the following toxicants with ten days interval between successive exposures: Dipterex, DDT, Toxaphene, Gusathion, Toxaphene/Gusathion, Gusathion/Dipterex.

### Results and Discussion

Results of the above experiments are shown in tables and graphs which seem to indicate the following:

1. When *Tribolium* adults are repeatedly exposed to the same dose of an insecticide at 15 days interval, the percentage of mortality among the survivors is always lower than what would be expected from the normal regression line (Fig. 1—3). Unless the dose is increased, by increasing the concentration or increasing the exposure period, the percentage of mortality among the survivors is always lower after each succeeding exposure. This is to be expected since individuals which survived a specific dose are supposed to be more tolerant to the action of that dose. Besides the subjection of those individuals to such a dose may result in a certain degree of stupefaction. Individuals of such population are expected to be more tolerant to the action of insecticide than those of the normal population unless this action is enhanced by cumulative effects resulting from previous exposures to the same insecticide. The cumulative action become evident when the interval between successive exposures is reduced to 10 days, and more evident when that interval is only one day.

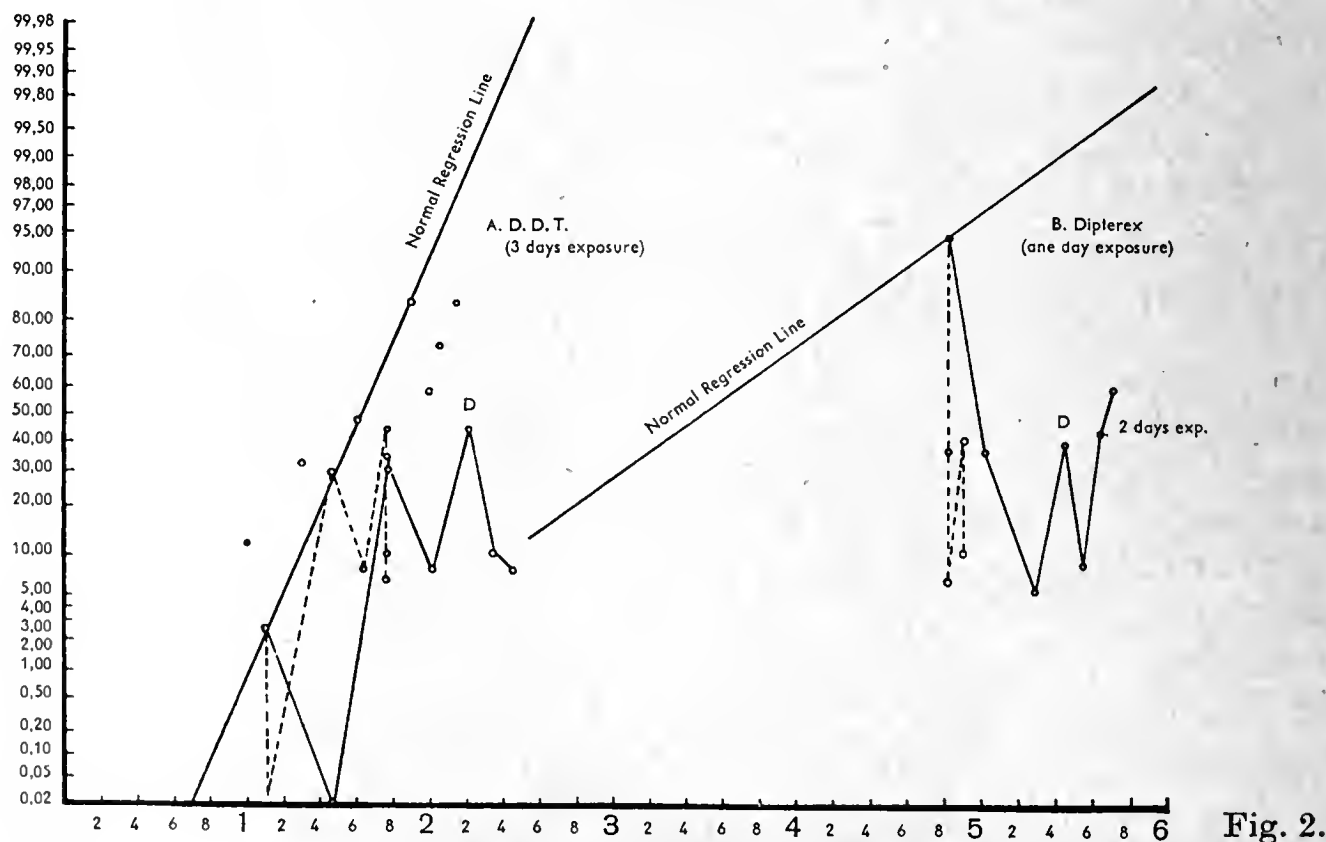
Whether the interval is 10 days or one day, and whether the toxicants are used singly (Fig. 5) in combination (Fig. 6) or alternatively, the graph representing percentages



of mortality among insects exposed to successive exposures of the same dose of the insecticide, takes a zigzag line. This zigzagging is a product of the cumulative action of the insecticide on one side, and the pressure of selection, stupefaction, and the rate at which the insects get rid of the toxicant through metabolic activities on the other.

2. When combinations rather than separate insecticides are used, fewer exposures are needed to bring about a complete kill of the insects tested. Combinations of insecticides seem to be more effective than separate insecticides, and more so when the interval is one day rather than ten days.

3. When Methylparathion is repeatedly used at different concentrations at one day interval, it is observed that the higher the dose, the lower the number of exposures needed to bring about a complete kill of the insects. This observation (Fig. 7) seems good for all insecticides tested in the present work.





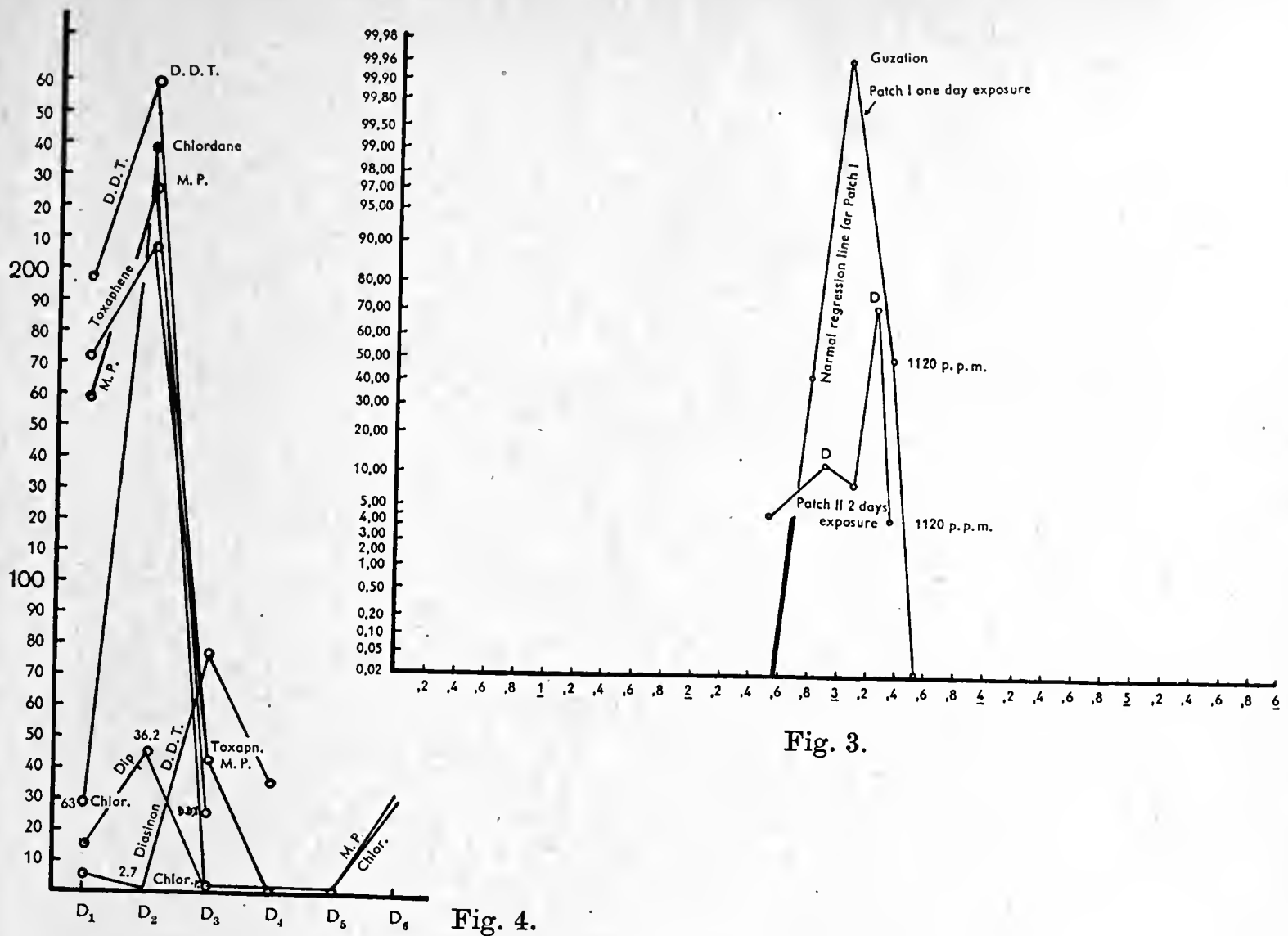


Fig. 3.

Fig. 4.

4. During the course of the foregoing tests, the surviving insects were kept until next exposure in fresh sterilized flour to allow for laying eggs. Within three months time flour from each test was thoroughly examined and the progeny counted. The progeny of each interval was plotted in figs. (4, 9—12) showing number of exposures versus number of progeny. With single insecticides (Fig. 4, 9) results obtained indicate that there was an increase in number of eggs deposited by surviving insects after the second exposure, followed by a decline. With combined insecticides (Fig. 10, 11, 12)

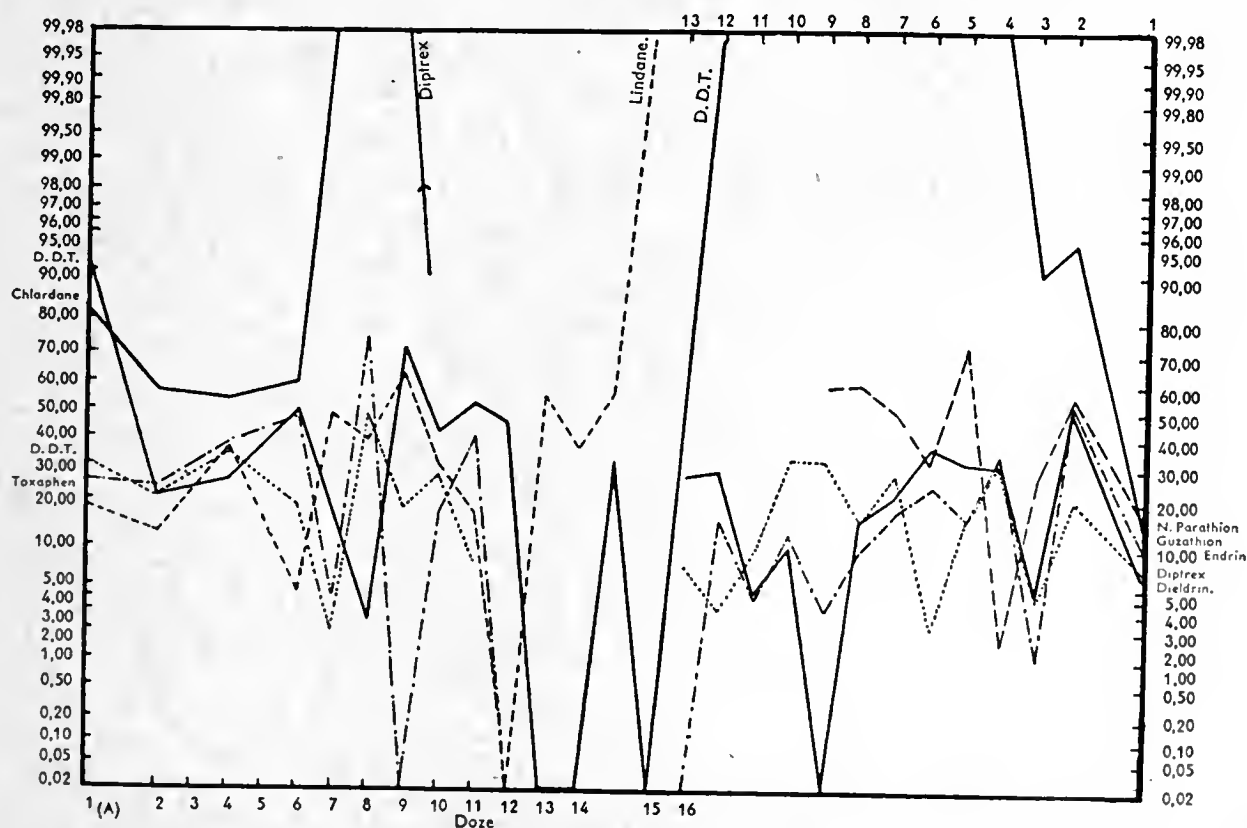


Fig. 5.

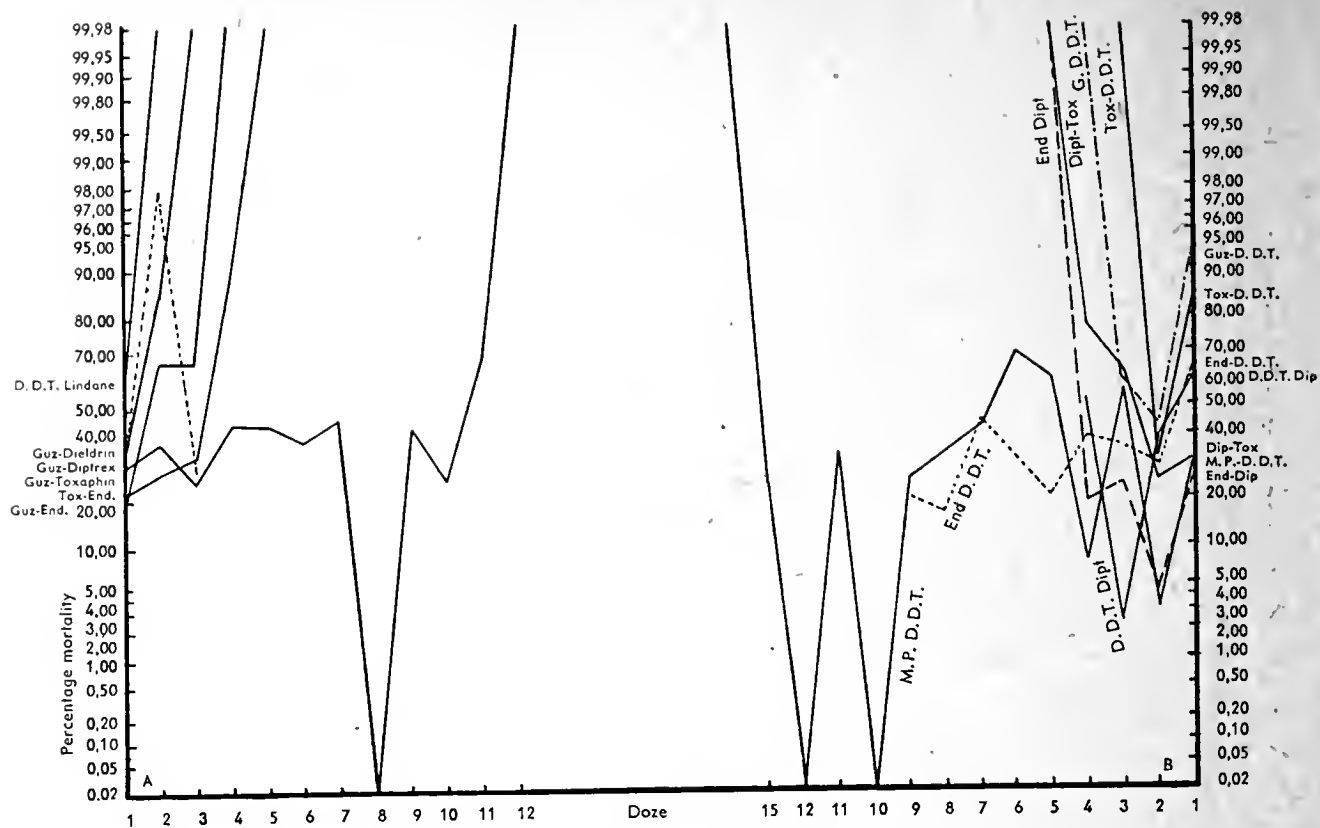


Fig. 6.

the number of eggs deposited by surviving insects is rather low after the second exposure, followed by an increase before tending to decline again. The above trend was noticed when the interval between two successive exposures was ten or fifteen days. It did not hold when that interval was only one day; with that interval surviving insects have always failed to produce any eggs. When progeny of the above insects reached the adult stage and was exposed to the same successive doses of insecticides at 10 days interval, no mortality was recorded, indicating that the progeny is more tolerance to the same dose of insecticides than its parents.

5. When adults were exposed to combined insecticides or alternatively to the components, mortality percentages did not show any significant differences.

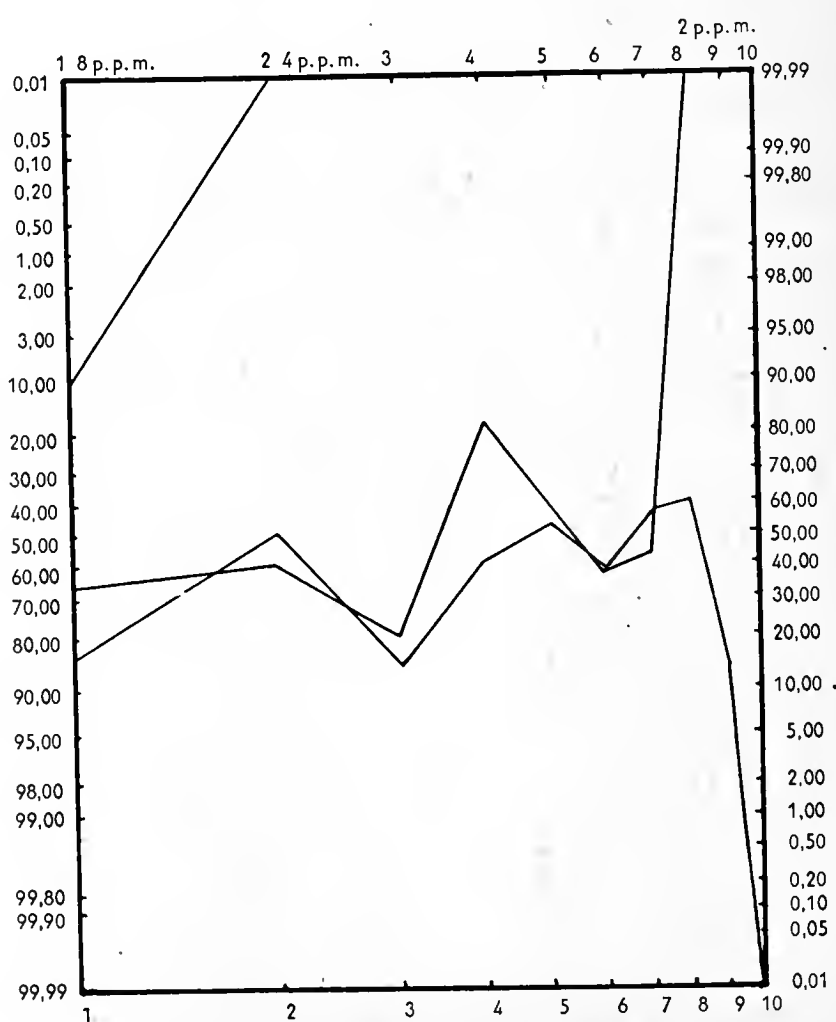


Fig. 7.

Table 1

Rate of death of *Tribolium* exposed to successive doses of insecticides with 14 days interval

Insecticides	Exposure No.	Dose in p.p.m.	Dose in logs.	Cumulative dose in p.p.m.	logs.	Mortality percentage
Toxaphene ...	1	1.000	3.0	1.000	3.0	32.39
	2	1.000	3.0	2.000	3.301	0.7
	3	1.600	3.204	3.600	3.556	14.04
	4	1.600	3.204	5.200	3.216	5.44
	5	1.600	3.204	6.800	3.832	0.14
	6	1.600	3.204	8.400	3.924	1.31
	7	2.400	3.617	10.800	4.033	40.00
Methylparathion	1	8	0.903	8	0.9	43.39
	2	8	0.903	16	1.2	15.20
	3	8	0.903	24	1.38	21.68 <sup>1</sup>
	4	8	0.903	32	1.5	14.28
	5	8	0.903	40	1.6	6.06
	6	12	1.07	52	1.71	22.57
	7	12	1.07	64	1.8	50.00 <sup>1</sup>
	8	12	1.07	76	1.88	27.00
D.D.T. ....	1	15	1.167	15	1.176	2.7
	2	15	1.167	30	1.477	0.0
	3	30	1.477	60	1.778	30.75
	4	45	1.653	105	2.021	7.96
	5	60	1.778	285	2.217	43.17
	6	60	1.778	225	2.352	10.39
	7	60	1.778	285	2.454	7.95
Dipterex ....	1	65.000	4.81	65.000	4.81	94.2
	2	65.000	4.81	130.000	5.11	36.2
	3	65.000	4.81	196.000	5.29	5.67
	4	82.000	4.91	277.000	5.44	39.28
	5	82.000	4.91	539.000	5.55	8.7
	6	82.000	4.91	441.000	5.64	42.85 <sup>2</sup>
	7	82.000	4.91	523.000	5.71	58.3
Gusathion ....	1	1.120	3.04	1.120	3.04	99.6
	2	1.120	3.04	2.240	3.35	50
	3	1.120	3.04	3.360	3.52	100
	1	320	2.505	320	2.505	4
	2	480	2.681	800	2.9	12.18
	3	480	2.681	1.280	3.10	8.51
	4	500	2.699	1.780	3.25	72.47
	5	500	2.699	2.280	3.35	3.8

<sup>1</sup> Such insects exposed to toxicants for extra 24 hours<sup>2</sup> Insects exposed to toxicants for extra 24 hours

Table 2

Rate of death of *Tribolium* exposed to successive doses of insecticides with 10 days interval

Insecticides	Exposure No.	Mortality percentage	Insecticide	Exposure No.	Mortality percentage
Toxaphene 125 ppm	53.7	53.7	Dipterex 125 ppm	1	5
	2	3.78		2	7.63
	3	15		3	5.4
	4	41.7		4	3.9
	5	8		5	1.5
	6	13.5		6	3.16
	7	7.1		7	2
	8	4		8	0
Methylparathion 1 ppm	1	62.5	Dieldrin 20 ppm	1	54.5
	2	15		2	50.5
	3	0.7		3	13.3
	4	8		4	27
	5	12		5	1.6
	6	51.9		6	1.6
	7	14		7	5
	8	12		8	5

Table 4

Rate of death of *Tribolium* expos. to successive doses of compound insecticides with 10 days interval

Exposure No.	Dipterex + Endrin	D.D.T. + Dipterex	Dipterex + Gusathion	Toxaphene+ Gusathion	D.D.T. + Endrin	Toxaphene+ Endrin
1	52	84.3	47.3	52.6	90.3	
2	29	39	53.7	46.2	48	
3	28.5	12	64.3	19	26.5	
4	16.4	9	92.3	34.6	18	
5	3.2	0	100	21.5	33.3	
6	1.7	10.0	—	2.5	36.3	
7	19	0	—	37	100	
8	10	11	—	22	—	
9	7	5	—	3	—	

Table 5

Rate of death of *Tribolium* expos. to successive doses of compound insecticides with one day interval

Exposure No.	Dipterex + Endrin	D.D.T. + Dipterex	Dipterex + Gusathion	Toxaphene+ Gusathion	D.D.T. + Endrin	Toxaphene+ Endrin
1	26	60	30	30	64.0	22.4
2	4.7	37.5	98	37.8	29.1	27.9
3	23.4	2.0	33.3	24.1	35.3	33.0
4	18.5	53.0	100	43.9	39	89.2
5	100	38.0	—	43.2	20	100



Table 3

Rate of death of *Tribolium* exposed to successive doses of insecticid with one day interval

Insecticides	Exposure No.	Mortality percentage	Insecticides	Exposure No.	Mortality percentage
Toxaphene	1	25.1	Dipterex	1	31.1
	2	23.2		2	21.7
	3	36.3		3	34.4
	4	47.0		4	18.7
	5	2.5		5	2.0
	6	72.7		6	49
	7	41.9		7	18.0
	8	52.1		8	27.2
	9	45.4		9	7.8
Methylparathion 1 ppm	1	15.7	Lindane	1	18.0
	2	55.1		2	12.0
	3	26.7		3	36.5
	4	1.5		4	4.3
	5	74.0		5	47.9
	6	31.7		6	39.0
	7	50		7	63.2
	8	60		8	30.2
	9	58.8		9	16.6
Dipterex	1	6.6	Endrin	1	10.0
	2	20.2		2	52.8
	3	4.0		3	1.0
	4	35.5		4	34.9
	5	17.0		5	16.0
	6	1.8		6	24.5
	7	27.5		7	17.4
	8	15.6		8	9.8
	9	33.5		9	3.0
Methylparathion 2 ppm	1	33.8	Methylparathion 4 ppm	1	89.6
	2	19.1		2	100
	3	34.2			
	4	57.6			
	5	36.3			
	6	42.8			
	7	100			

6. Wild strain of *Tribolium spec.* collected from a store highly contaminated with insecticides, were more susceptible to successive exposures of insecticid than laboratory strains. Surviving insects of the first strain, however, were more prolific than similar insects of laboratory strains.

To study the foregoing phenomena on major field pests, some similar tests were carried out on the cotton leafwarm *Prodenia litura*. Cabbage plants grown in pots were sprayed with a known dose of any of the following insecticides: Toxaphene, DDT, Gusathion, Endrin, Endrin/Gusathion, Gusathion/DDT. Larvae from egg

masses collected at different localities were fed on treated cabbage leaves for 24 hours before being transferred to clean jars to be fed on clean clover for another 24 hours. This procedure was then successively repeated. Curves obtained from different batches of larvae showed the same trend with each insecticide; the same pattern of zigzagging was similar to that obtained with *Tribolium*. However it is interesting to note that up till now there is no sign of resistance of this pest to organic insecticides. (Unpublished data.)

Ismail (1960) found that spraying with specific insecticides, i. e. Toxaphene results in reduction — to some extent — of number of the red mites *Tetranychus* sp. Studies are now under way to find out the effect of successive doses of insecticides on number of the red mites, in an attempt to study the reason for the building up of mites population on using insecticides.

#### REFERENCES

BROWN A. W. A., 1958: Advances in pest control research, Vol II, pp. 351—414. — ISMAIL I., 1960: Personal communication.

## AN EFFICIENT TEST ANIMAL FOR BIOLOGICAL-ASSAY OF INSECTICIDE RESIDUES

A. MAHER ALI and FARID A. SALAM

Dept. of Insecticides, Ministry of Agriculture, Dokki, Gizah, Egypt, U.A.R.

Mosquito larvae are usually extremely sensitive to various insecticides; are easily cultured or can be readily collected from the field, and hence are used very widely for the biological assay of minute insecticides residues (Nagasawa). Using larvae of *Aedes aegypti*, Nolan and Wilcoxon (1950), were able to detect about 0.01 p.p.m. parathion in plant material. By a slight modification of Nolan and Wilcoxon method, Hartzell and Storrs (1950), were able to determine insecticides residues in processed food and similarly Newman (1954) was able to detect parathion residues in soil, tomatoes and fruits. On the other hand Bushland (1951) using *A. aegypti* and *Anopheles quadrimaculatus* Say., was able to detect insecticides residues in butterfat and beeffat.

Maher et al. (1958), made a successful attempt at the use of third instar larvae of *Culex (pipiens) molestus* Forskal 1775, in assaying known amounts of spray residues of some insecticides; this was followed by using these larvae for detection of insecticides residues in fruits, leaves and soil (unpublished data). The present study may prove useful for those workers who may be interested in utilizing this new efficient test animal.

#### Procedure

Adults of *Culex pipiens* were bred in the laboratory all over the year. As eggs hatched, first instar larvae were isolated singly to record the duration period of immature stages. At later stages when sex was easily identified, figures were compiled for each month for the two categories, males and females. The temperature of the breeding water was recorded twice daily; and the average for the whole month was recorded.

Data obtained were arranged in four categories in table I, as follows:

- 15—18°C (December, January),
- 18.1—21°C (February, March, November),
- 21.1—24°C (April, May, October),
- 24.1—27°C (June, September).

### Table 1.

N. S. Differences non significant at 5% level.  
Differences highly significant at 5% level.

Differences non significant at 5% level.  
Differences highly significant at 5% level.

### Results and conclusions

1. With *A. aegypti*, Bushland recommends the use of fourth instar larvae, Nolan and Wilcoxon used three days old larvae, while Newman indicated that third instar larvae were ideal. With *Culex*, third instar larvae are highly recommended as test animals for biological assaying for the following reasons:

First instar larvae are so small that their handling is not practical while second instar larvae are very good because of their high sensitivity (Salam 1960) to tested insecticides residues, but are still so small and they need much care in handling. Third instar larvae on the other hand are sensitive, easier to handle and homogeneous. There are no significant variance concerning the length of their instar in the two unidentified sexes. Lack of homogeneity among tested individuals may lead to inaccurate results. In the fourth instar there is a highly significant difference between the two unidentifiable sexes at temperature ranging from 18.1—27°C. This is not strange since imaginal tissues start to develop in this instar. The prepupal stage which succeeds the fourth instar larva can't be differentiated from such larvae in the living specimens.

2. Duration period from egg to adult as recorded in table 1, shows that there is generally no significant difference between sexes except at 21.1—24°C.

### REFERENCES

- BUSHLAND, R. C., J. Econ. Entomol. 44, 421—423 (1951). — HARTZELL, A. and STORRS, E. E., Contribs. Boyce Thompson Inst. 16, 47—53 (1950). — MAHER ALI and al., Agric. Res. Rev. (Ministry of Agriculture, Egypt. No. I (1958). — NAGASAWA, S., Ann. Rev. Entomol. 4, 319—342 (1959). — NEWMAN, J. F., Chem and Ind. (London), 617—619 (1954). — NOLAN, K. and WILCOXON, F., Agr. Chem. 5, 53, 74 (1950). — SALAM, F. A., Unpublished Data (1960).

## LABORATORY TESTING OF ACARICIDES FOR USE ON PLANTS

FRANK O. MORRISON and M. MAILLOUX

Macdonald College of McGill University, Province of Quebec, Canada

### Introduction

That phytophagous mites have over the past fourteen years steadily increased in importance as economic pests is evident from the increased attention they have been receiving in the literature and from the increasing numbers of acaricides appearing on the market. The short life cycles of the species involved coupled with their high reproductive potentials require that good acaricides should in some way prolong their effects over more than one generation and experience has indicated that some but not all the materials in use do just that. The different developmental stages of mites vary greatly in their susceptibilities to different chemicals. Most acaricides have been developed as adulticides because that was the obvious stage to attack and the easiest to test against. Some have proved effective versus the immature stages, some are ovicides, some induce sterility in egg-laying females and some resist chemical and physical dissipation sufficiently to be residual for some weeks.

Of the many papers published on the laboratory testing of acaricides only a few deal with any number of materials and with more than two of the aspects of action. Among the more comprehensive studies are those of Ebeling and Pence (1953 and 1954), who tested some 16 materials then available, of El-Ghar and Boudreaux (1958) of Meltzer (1958), Meltzer (1955a) of Armstrong (1950) and of Armstrong et al. (1954).



The present tests were designed to investigate the ovicidal, nymphicidal, adulticidal and residual effects of a number of materials all within a reasonable compass of time, on the same host and with the same species of mite.

## MATERIALS AND METHODS

### The Test Animal

The two-spotted spider mite [*T. telarius* (L)] was reared on red clover (*Trifolium praetense*) in the greenhouse. Red clover, if the dead leaves are removed from time to time, is a long lived host, and provides a continuous supply of test animals. Infested leaves cut from the stock plants were examined under a low power stereoscopic microscope and the desired forms transferred to test bean plants by means of a fine camel hair brush. Green color forms were used exclusively for the tests to avoid possible strain differences (Cole and Fish, 1955).

### The Test Plant

The Improved Tendergreen variety of bush bean (*Phaseolus vulgaris*) was selected from many tested plants because of the strong erect stem which withstood the mechanical action of spraying well; the small primary leaves which were easily covered by the spray cone; the relatively smooth hairless leaves which made spray coverage more uniform and counting easier and more accurate; the relative uniformity of the plants and their ability to remain in good condition over the test period. The seeds were soaked overnight in water, germinated in flats of river sand and transplanted singly into 4-inch flower pots of 5 parts loam, 2 parts sand as soon as the primary leaves opened.

When the plants became sufficiently rigid, the stem was smeared with a barrier of petroleum jelly, the central shoot pinched off and the plant trimmed to the two primary leaves. As soon as the primary leaves attained full growth (24 to 27 days after sowing) the plant was utilized. Before and after treatment all watering was carried out on the soil without wetting the leaves to prevent any variations due to water on the leaves or washing off of residues (Mistic and Martin, 1956).

### Spraying Equipment and Procedure

The spraying was accomplished with a compressed air paint spray gun (DeVilbiss Type G D 502), which had been shown to deliver spray at a relatively constant rate independent of the concentration or quantity in the container. The ratio of air to liquid fed to the nozzle was held constant. The air pressure was held constant at 20 pounds per square inch by means of a pressure tank and reduction valve. The spray gun was fixed on a stand at a constant height and 26 inches from the plant to be treated. The angle of the spray cone could be varied slightly so that each plant would receive a similar coverage.

The plant was placed in the centre of a turntable 18 inches in diameter which revolved 30 times per minute. Each plant was sprayed for 15 seconds which time tests had shown to be adequate to wet the plant but not to the point of run-off.

The solution cup was washed with a detergent and rinsed with distilled water between samples. The spray gun was also washed by filling the cups with distilled water and spraying it through the apparatus.

### Chemical Formulations Used

Commercial materials were all used as emulsifiable concentrates and wettable powders. The former were measured out by means of a tuberculin syringe, the latter was weighed on an analytical balance. Dosages are expressed in parts per million of the active

ingredient (presumably technical material). Solutions were prepared just prior to using. Non-commercial materials were prepared in the laboratory as emulsion concentrates.

The material reported here, 1,1, bis (4 chlorophenyl)-2,2,2-trichlorethanol was supplied as an emulsion concentrate said to contain 1½ lbs of active ingredient per gallon and an 18½% wettable powder<sup>1</sup>.

### Criteria of Mortality

Mites were considered as dead if they failed to crawl forward when prodded with a needle. "Live eggs" were calculated on the basis of hatched nymphs found. Thus "non-hatched" and "dead" are used synonymously. Occasionally dead nymphs could be seen within the chorion, but such eggs were listed as "dead". All percentages are based on total living and dead forms found. Adults lost before counting do not enter into the picture but there were not many.

### Treatment Procedure

Four replicates of one plant each were used in all instances. Mortality counts were all made with the low power of a stereoscopic microscope. For counts of dead adults the leaves were removed from the plant except where recounts at longer intervals were required. A support was built to hold the potted plants during examination so that the undersides of the leaves would be checked without injury and the hands left free to manipulate microscope and counter. The number of test animals of any stage for any test was never less than 100 and generally exceeded this number by a factor of 3 to 9 or more.

#### (a) Immediate effect on adults

The immediate effect on adults was determined on 15 adult females placed on each of the two primary leaves of each of the four plants. Twenty-four hours later the plants were sprayed and mortality recorded after an additional 48 hours.

#### (b) Ovicidal effect

Five female mites were placed on each of the two leaves on each plant. Forty-eight hours later these adults were destroyed and the plants sprayed. The record of hatched and unhatched eggs was taken 7 days later.

#### (c) Immediate effect on immature forms

Again 5 adult females were placed on each primary leaf and left for 48 hours, then removed. Five days later when all the hatched forms were in the larval or protonymphal stages, the plants were sprayed and mortality checked 48 hours later.

#### (d) Residual effects

A number of trimmed plants were sprayed. At intervals of 7, 14, 21 and 28 days after spraying 15 adult females were placed on each leaf. After 48 hours adult mortality was recorded and all living adults killed. Records on eggs and nymphs were completed eight days after the leaves had been infested.

### Results

Twenty-two materials of known acaricidal action and eighteen selected organic molecules of unknown action have been tested. Outstanding among these was 1,1, bis (4-chlorophenyl)-2,2,2-trichloroethanol, hereafter referred to as Kelthane, and results with this material are the only ones presented here, though some of the observed effects of others will be compared. Detailed reports on all tests will be published elsewhere.

<sup>1</sup> Kelthane—Rohm & Haas Co.

Table 1.  
Effect of Kelthane E. C.<sup>1</sup> on *T. telarius* (L.)

Action tested	Concentration in p.p.m.	Age* of spray residue in days before infestation	Corrected Percentage Mortality <sup>2</sup>		
			Adults	Immatures	Eggs
Immediate contact	25	—	62	100	—
	50	—	84	100	94
	75	—	100	100	94
	125	—	100	98	96
		7	98*	82*	21* (30)
		14	67	51	25 (33)
	125	21	46*	55*	37* (45)
		28	7	1	2 (15)
		7	100	100	40 (51)
	250	14	95	95	62
Residual		21	88	94	56

\* 3 replicates only.

<sup>1</sup> Chemical name: 1,1,bis (4-chlorophenyl)-2,2,2 trichloroethanol. Formulation: Emulsifiable concentrate containing 1.5 lb of active ingredient per gallon.

<sup>2</sup> The percentage mortality has been corrected by Abbott's (1925) formula.

N. B. The percentage mortality before correction is indicated in brackets where the difference between it and the corrected value is 5% or more.

Table I summarizes the mortalities observed using an emulsion concentrate of Kelthane. Table II presents the same picture for the wettable powder. The numbers of all three stages of *Tetranychus telarius* were effectively reduced by relatively low concentrations of the emulsion concentrate. Barker and Maugham (1956), Garmus and Unger (1956), Jefferson and Morishita (1956) and Jeppson et al. (1957) have presented comparable data with other species. In our tests concentrations as low as 25 parts per million (p. p. m.) gave moderate control of adults and complete mortality of immature forms, while 50 p. p. m. killed 94 per cent of the eggs. Higher concentrations were needed for residual effect, but even there 250 p. p. m., about equivalent to one quarter pound of actual chemical to 100 gallons of water under field conditions, remained highly effective (killed 80—90%) against immature stages for 3 weeks and moderately effective (killed 50—80%) against eggs for 30 days.

The same chemical employed as a wettable powder was almost as effective as the emulsion against the immature forms but required higher dosages to be as effective against adults and still higher against eggs. Possibly the last is explainable in terms of the effects of solvents and wetting agents on penetration (Ebeling and Pence, 1953). At the highest dosage tested (250 p. p. m.) the residual effect against adults and immature forms was considerably reduced after 7 days and even at seven days it was only 50% effective against eggs.

Both adult and nymphal mites killed by 1,1, bis (4-chlorophenyl)-2,2,2 trichloroethanol were, as were those killed by other chlorinated hydrocarbons, remarkably life-like in appearance, even several days after treatment. The body was turgid, the legs were extended—only the raised forelegs and mouthpart and the near or total absence of recently deposited eggs in the vicinity distinguished them from feeding forms. This was in strange contrast to mites killed by organic phosphate acaricides and a number

Table 2.  
Effect of Kelthane 18.5 W<sup>1</sup> on *T. telarius* (L.)

Action tested	Concentration in p.p.m.	Age* of spray residue in days before infestation	Corrected Percentage Mortality <sup>2</sup>		
			Adults	Immatures	Eggs
Immediate contact	25	—	—	90	—
	50	—	35	99	—
	75	—	95	100	—
	125	—	90	100	15
	250	—	—	—	76
Residual	125	7	88	70	22 (31)
		14	2 (7)	0	1 (12)
		21	0*	2*	0* ( 9)
	250	7	89	76	52 (61)
		14	71	35	42 (47)
		21	11	9	9

\* 3 replicates only.

<sup>1</sup> Chemical name: 1,1,bis (4-chlorophenyl)-2,2,2 trichloroethanol. Formulation: Wettable powder 18.5% active ingredient.

<sup>2</sup> The percentage mortality has been corrected by Abbott's (1925) formula.

N. B. The percentage mortality before correction is indicated in brackets where the difference between it and the corrected value is 5% or more.

of other organic sulfur compounds which caused their victims to shrivel and draw up their legs and change from the shiny green color of the living mite to reddish brown.

Eggs killed by Kelthane also retained their shape and newly laid appearance in sharp contrast to those killed by organic phosphorous compounds which lost their normal shape and showed the unhatched reddish embryo within the transparent chorion. Sometimes forelegs and hairs were apparent. This could be explained as suggested by Smith and Wagenknecht (1959) on the basis that anticholine esterase activity can be effective only after the embryo reaches such an age that a functional nervous system exists. If this explanation is correct one might postulate that the chlorinated hydrocarbons kill the developing embryo on immediate contact.

Eggs killed by 2,4,4'5 tetrachloro diphenyl sulphono (Tedion) were exception in that they more closely resembled eggs killed by the chlorinated hydrocarbons than those killed by sulfur. This inspite of the fact that Tedion containing compounds resulted in shrivelling of adults and immature forms. It was thought that this anomaly might be the result of an effect on the adult female such that before death she deposited non-viable eggs (Meltzer and Dietvorst, 1957), but spraying newly deposited eggs directly produced a similar result distinguishable only be a slight reddening of the affected eggs.

LITERATURE CITED

ABBOTT, W. S., 1925. A method computing the effectiveness of an insecticide. J. econ. Ent. 18: 265—267. — ABO-EL-GHAR, M. R. and BOUDREAUX, H. B., 1958. Comparative responses of five species of spider mites (*Tetranychidae*) to four acaricides. J. econ. Ent. 51 (4): 518—522. — ARMSTRONG, T., 1950. The residual toxicity of some newer acaricides to the two-spotted spider mite (*Acarina : Tetranychidae*). Can. Ent. 82(4):73—83. — ARMSTRONG, T., 1953. Summary of studies on new acaricides in Canada 1948—1953. 84th Rept. Ent. Soc. Ont., pp. 38—45. — ARMSTRONG, T., DUSTAN, G. S. and DOWNING, R. S., 1954. A compara-



tive study of three acaricides. 85th Rept. Ent. Soc. Ont., pp. 5—17. — BARKER, J. S. and MAUGHAM, F. B., 1956. Acaricidal properties of Rohm and Haas FW-293. J. econ. Ent. 49: 458—460. — COLE, C. E. and FISH, F. W., 1955. Comparative toxicity of certain acaricides to the carmine and green forms of the two-spotted mite. J. econ. Ent. 48: 85—86. — EBELING, W. and PENCE, R. J., 1953. Pesticide formulations—Influence of formulation on effectiveness. J. Agr. Fd. Chem. 1 (5): 386—398. — EBELING, W. and PENCE, R. J., 1954. Susceptibility of acaricides of two-spotted spider mites (*T. telarius*) in the egg, larval and adult stages. J. econ. Ent. 47 (5): 789—795. — GARMUS, R. D. and UNGER, U. H., 1956. A new miticide . . . Kelthane. Agr. Chem. 11 (7): 41—43. — JEFFERSON, R. W. and MORISHITA, F. S., 1956. Rohm and Haas FW-293 for mite control on ornamentals. J. econ. Ent. 49: 392 to 393. — JEPPSON, L. R., ELMER, H. S., JESSER, M. J. and COMPLIN, J. O., 1957. Pesticide field trials, effectiveness of 4,4'-dichloro-(trichloromethyl) benzhydryl (F. W. 293) for control of citrus mites in California. J. Agr. Fd. Chem. 5 (8): 592—595. — MELTZER, J., 1955. The investigation of acaricides and ovicides against red spider mite in the laboratory. Tijdschr. Plziekt. 61: 130—142. — MELTZER, J., 1955a. Experiences de laboratoire avec ovicides et larvicides sélectives contre l'araignée rouge (*Tetranychus telarius* L.). Ghent. landboges. Meded. 20: 309—320. — MELTZER, J. and DIETVORST, F. C., 1957. Action of Tedion on eggs and ovaries of spider mite. Tijdschr. Plziekt. 64: 104—110. — MISTRIC, W. J. and MARTIN, D. F., 1956. Effect of climatic conditions on the chemical control of certain sucking pests of cotton. J. econ. Ent. 49: 760—763. — SMITH, E. H. and WAGENKNECHT, A. C., 1959. Organophosphate ovicides. Agric. Chem. 14 (4).

## THE MAINTENANCE OF DIELDRIN RESISTANCE IN LABORATORY SELECTED FIELD STRAINS OF *LUCILIA CUPRINA* WIED.

G. J. SHANAHAN

The progeny of reciprocal crosses between susceptible and resistant *Lucilia cuprina* are intermediate in resistance to dieldrin. Susceptible, hybrid and resistant phenotypes are readily discernible (1). Furthermore, diagnosed resistant phenotypes when crossed produce resistant progeny (2). Herein, there is a similarity between the genetics of dieldrin resistance in *Lucilia cuprina* and *Anopheles gambiae* (3).

Resistant strains of the former species, however, contrast with *Anopheles gambiae* (3) in that reversion towards susceptibility has been observed in strains of *Lucilia* selected for resistant phenotypes (2). It has yet to be established whether this is a feature of one lineage, used to form resistant sub-colonies, which stem from a heterogeneous resistant colony set up from larvae removed from a live sheep in November, 1957, when dieldrin resistance was first encountered in the sheepblowfly in Australia.

The phenomenon of reversion was initially noticed as a sideissue during additional genetical studies on BHC/dieldrin resistance in the blowfly, after preliminary enquiry indicated an oligogene. In the absence of information concerning the stability of resistance in selected strains of *Lucilia*, survivors of the high discriminating dosages have been used for parents in genetical tests on the inheritance of resistance.

In this way it has been noticed that selected strains from the one lineage, give resistant phenotypes, almost exclusively, for some six generations, then hybrid and susceptible flies are diagnosable in increasing proportions. This is seen by reference to table 1, which shows this definite trend with a sub-colony, designated Sp R (the parents of this line were actually selected with 10 micrograms of dieldrin per male and female fly, a dosage 2.5 and 5.0 times the high discriminating dosages for male and female flies respectively).

Table 1.

Mortality percent of Sp R females in successive generations at discriminating dosages of dieldrin.

Amount of dieldrin per fly. Micrograms	Generation		
	6	7	8
0.1 .....	0	8	25
2.0 .....	20	72	75

Note: 2.0 micrograms dieldrin/fly is lethal to F1 flies of reciprocal crosses but provides no margin with females. The dosage has been doubled for females in genetical studies to ensure that hybrid females are diagnosed; 4.0 micrograms of dieldrin is not toxic to resistant phenotypes.

In view of this experience with reversion in *Lucilia* the parents of resistant lines are now subjected to dieldrin pressure at the high discriminating levels for male and female flies (topical application in effect of largely sub-lethal dosages). Resistant phenotypes have been held by this simple expedient. It must be admitted that there is a type of selection distinct from insecticidal selection here for 50 to 100 large pupae, which mostly yield females, are isolated during this process but an attempt is made to select them in a random manner. With the exception of this difference, this sequence is in agreement with the practice in some laboratories of keeping resistant insects under constant insecticidal pressure.

Reversion in resistant strains of *Lucilia* could be due to many causes, including:

- (a) Genetic drift.
- (b) Recombination.
- (c) Modifying genes.
- (d) Position effect.
- (e) Presence of a small proportion of hybrids, which act as resistants in terms of response to dieldrin.
- (f) Inability of the selection procedure, based upon the topical application of insecticide to the dorsal thorax of flies, to distinguish with full precision between hybrids and resistants e. g. mechanical loss of insecticide soon after treatment.
- (g) Contamination.

A trend towards susceptibility in resistant strains of insects is by no means universal. Reference has already been made to the retention of resistance in *Anopheles gambiae*, and Milani (4) and Brown (5) have fully discussed these points, especially in relation to house flies, in their reviews of the insecticide resistance problem.

In summary, the preliminary observations with resistant strains of *Lucilia* indicate that reversion becomes a significant factor from approximately the sixth generation after selection. A single selection is adequate to restore homozygosity and this state is then held under dieldrin pressure. The explanation for these observations almost certainly will be found in formal genetics; however, it is interesting to contemplate that some mechanism in addition to selection may be operating. Such a situation where resistance is maintained not only under continuous selection pressure but is also held for several generations after the pressure has been removed, could be indicative of chemical adaption with resistant strains of the sheep blowfly but since selection can act in many ways the thought regarding adaption must remain largely speculative for the moment. Recent work on dorsal excrescences in the mouse (6), in which an attempt was made to ascertain whether this condition is genetic or non-genetic, with the author stating "This suggests that possibly a matrix of pre-disposing and to some extent balanced factors exist at a sub-threshold level—treatment with an external agent or addition of new genetics elements adds what is necessary to bring the aggregate effect above the threshold which makes phenotypic expression possible", may have a parallel with resistant strains of the blowfly when held under pressure.

Adaptive systems have been previously sought, without avail, in regard to the origin of resistance in insects (7). Susceptible insects have been involved in the studies briefly given reference by Moorefield (8). A notable exception in that a resistant strain was used is the different response in house flies to BHC, when larvae from the same resistant parents were reared in the presence or absence of dieldrin in the media. Adults from the former were the more resistant to BHC (9).

Resistance to insecticides is undoubtedly an example of Darwinianism. Hence the role of selection, for example even at zygote level, is not to be discounted in regard to the retention of resistance to dieldrin in the blowfly under pressure. A similar comment is perhaps applicable to the house fly work cited above.

Furthermore, any study which suggests an element of chemical adaption in any aspect of insecticide resistance should take into account the fact that resistant strains have been formed without insecticidal pressure. The contribution by Kerr and others (10) is a case in point, and to this may be added the biochemical support for the operation of simple inheritance in the house fly to both DDT and OP resistance (11, 12). Lastly, the pre-existence of the gene allele for resistance in *Anopheles gambiae* in unsprayed areas has been demonstrated (13).

#### REFERENCES

- (1) SHANAHAN, G. J. (1960). *Nature* 186, 181. — (2) SHANAHAN, G. J. (1960). *Nature* 186, 100. — (3) DAVIDSON, G. (1958). *Bull. Wld. Hlth. Org.* 18, 579. — (4) MILANI, R. (1956). *Riv. Parassit.* 17, 233; 18, 43. — (5) BROWN, A. W. A. (1958). *Wld. Hlth. Org. Monograph*, No. 38. — (6) CENTER, M. E. (1960). *Jour. Heredity* 51, 27. — (7) MOOREFIELD, H. H. (1958). *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 19, 403. — (8) MOOREFIELD, H. H. (1959). *Symposium, Research Progress on Insecticide Resistance*, Washington. — (9) BRIDGES, R. G. and COX, J. T. (1959). *Nature* 184, 1740. — (10) KERR, R. W., VENABLES, D. G., ROULSTON, W. J. and SCHNITZERLING, H. J. (1957). *Nature* 180, 1132. — (11) LOVELL, J. B. and KEARNS, C. W. (1956). *Bull. Ent. Soc. America* 2, 17. — (12) ASPEREN, K. VAN and OPPENOORTH, F. J. (1959). *Ent. exp. and Appl.* 2, 48. — (13) HAMON, J., EYRAUD, M. and SALES, S. (1958). *Bull. Soc. Pathol. Exot.* 51, 42.

## ENSAYOS DE CAMPO Y DE LABORATORIO PARA APRECIAR EL COMPORTAMIENTO DE COMPUESTOS FOSFORADOS CONTRA EL PULGÓN SCHIZAPHIS GRAMINUM ROND.

(Homoptera, Aphididae)

A. SILVEIRA GUIDO, J. CARBONELL BRUHN, O. NUÑEZ VIÑA

El Pulgón Verde de los Cereales, *Schizaphis* (= *Toxoptera*) *graminum* Rond., en el Uruguay es una grave plaga de otoño sobre avena (*Avena sativa* L.) y trigo forrajero (*Triticum sativum* Lam.), siendo más importante para avena por tener una mayor área de cultivo. Su dispersión comenzó en el año 1937. En el año 1944 los daños se estimaron en más de 20:000.000.00 de pesos uruguayos y en 1958 en \$ 30:000.000.00.—

En este trabajo las investigaciones que se mencionan se han dividido en dos partes: Investigaciones de campo e Investigaciones de laboratorio.

### ENSAYOS DE CAMPO

#### Material, Métodos, etc.

Para los trabajos de campo, en superficies de 5 hectáreas o mayores se utilizó una máquina micronizadora de poder (Microsol), para liberar las emulsiones concentradas diluídas en agua. Esta máquina forma un equipo móvil montada sobre un camión.

Para los ensayos parcelarios de dos hectáreas empleóse una atomizadora a motor montada sobre ruedas, con tanque de 10 litros de capacidad (John Bean), que se adaptó muy bien para nuestras exigencias.

Las observaciones se hicieron al principio a las 6 horas, luego a las 30 horas, 96 horas y 15 días. La última observación se hizo a los 25 días. En cada momento de observación las cuentas de pulgones se hicieron tomando al azar 50 plantas de cada parcela, haciéndose un promedio por planta (cuadro I).

Cuadro 1.

Estudio comparativo con 4 insecticidas sobre *S. graminum*, pulverizados a razón de 500 c. c. de la formulación comercial, por hectárea.

	Promedio estimado de pulgones vivos o con movimiento sobre cada planta (Base, plantas vivas)				
	A las 6 horas	30 h.	96 h.	15 días	25 días
Metasystox .....	1	1	2	8	10
Trithion .....	2	2	3	6	12
Chlorthion .....	5	4	5	15	30
Isochlorthion .....	6	7	9	18	36
Testigo .....	108	92	112	121	89

Los productos químicos empleados como insecticidas, pertenecen al grupo de los orgánicos fosforados, ensayándose un sistémico (Nº 1) y tres de contacto solamente (Nº 2, 3, y 4), formulados en concentrados emulsionables comerciales.

- 1. Metasystox: fosfato tioglicoldimetílico (50%).
- 2. Chlorthion: 0,0-dimetil-0-3-cloro-4-nitrofenil tiofosfato (50%).
- 3. Isochlorthion: nitroclorofenil-dimetiltiofosfato (50%).
- 4. Trithion: 0-dietil S-p-clorofeniltiometil fosforoditioato (43,7%).

La máquina micronizadora montada sobre camión se utilizó para tratar superficies superiores a las 5 hectáreas y la máquina atomizadora pequeña para superficies de 2 hectáreas.

Todos los insecticidas se aplicaron a razón de 500 centímetros cúbicos (de la formulación comercial) por hectárea, regulándose la máquina y la velocidad de desplazamiento de tal manera que fuera posible liberar 50 litros de agua por hectárea.

La aplicación de los insecticidas se hizo el 15 de marzo sobre cultivos de avena en parcelas de 5 y 2 hectáreas. La avena de las parcelas tenía una altura media de 15 centímetros.

En los cultivos objeto de ensayo, previo al tratamiento, registramos un 38%, como promedio, de plantas muertas por la acción del *S. graminum*. En el 62% de las plantas restantes, se anotó 100% de plantas afectadas en distintos grados. La población de pulgones por planta se calculó en aproximadamente 94 individuos, como promedio.

Observaciones

En la primera observación correspondiente a las 6 horas, tenemos los registros en la primera columna numérica del cuadro I.

De la observación de las 6 y las 30 horas aparecería, según el cuadro I y según concepto formado en el campo, una superioridad insecticida de los compuestos Metasystox y Trithion (muy similares) sobre Chlorthion e Isochlorthion.



A las 96 horas el panorama de las plantas de las parcelas no experimentó variaciones interesantes con respecto a las anotaciones anteriores.

A los 13 días las fajas de la pradera de avena que quedaron entre las distintas parcelas y la parcela testigo se diferenciaron netamente de las parcelas tratadas. Ganado vacuno liberado en el gran cultivo, enseguida se dirigió hacia las parcelas tratadas por encontrarse reverdecidas.

La parcela testigo y la zona no tratada del gran cultivo experimentó, al 16° día de observaciones, la muerte de un 85—90% de plantas.

Al 15° día del tratamiento las infestaciones, en promedio, se estimaron en 8 a 18 pulgones por planta, según insecticida, mientras que las testigos acusaron un promedio de 121 pulgones. Aquí la superioridad de los compuestos Trithion y Metasystox sobre Chlorthion e Isochlorthion se hizo más manifiesta que en las observaciones anteriores.

Entre el 15° día y el 25° día desde el momento del tratamiento las poblaciones por planta, en las parcelas pulverizadas, aumentaron; teniéndose así 10, 12, 30 y 36 pulgones para Metasystox, Trithion, Chlorthion, e Isochlorthion, respectivamente.

Es conveniente establecer que por planta se entiende la vegetación proveniente de una sola semilla (con macollos).

Los datos hasta el 25° día se dan en el cuadro I.

### Datos Adicionales

Casi simultáneamente a los tratamientos descriptos se pulverizó una parcela de 60 hectáreas con Metasystox a razón de 300 c. c. de producto técnico por hectárea, utilizándose la máquina Microsol. Se liberó de 40 a 50 litros por hectárea. Durante 15 días se registró un control muy eficaz del áfido. El cultivo se recuperó, lo que permitió que el — avenal se encontrara en buenas condiciones a los 30 días (desde la aplicación), en cuyo momento sobrevino una lluvia beneficiosa.

Los cultivos vecinos no tratados se perdieron en un 80%.

Es interesante destacar que el avenal de 60 hectáreas, objeto de ensayo, en el momento de la aplicación del insecticida presentaba un aspecto deplorable, pudiéndose pronosticar que hubiera ocurrido una pérdida de aproximadamente 80% como la que se notó en los cultivos vecinos sin tratar.

De las observaciones generales logradas en los ensayos de campo con Trithion y Metasystox podemos considerar que ambos dan una buena protección del cultivo hasta 22 y aún 30 días, si no ocurren lluvias.

### ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio tuvieron como objeto determinar con mayor exactitud y comodidad diferencias entre los productos insecticidas usados. Se estudió la diferencia de los insecticidas sistémicos entre sí y con respecto a los insecticidas comunes de contacto.

#### Material, Métodos, etc.

Para estos tests comparativos se utilizaron, como recipientes, macetas de 14 cmts. de diámetro por 14 cmts. de altura, para la siembra de avena y obtención de plantas; sobre cada maceta se colocó, para aislar los pulgones, un tubo de vidrio de farol cubierto con tela de malla fina asegurada con una banda de goma elástica.

Para la pulverización de los insecticidas se usó un atomizador manual.

La reproducción de los pulgones se hizo en una cámara de cría a temperatura constante (24° C.  $\pm$  1° C.) y con una humedad también relativamente constante (50 a 60%).

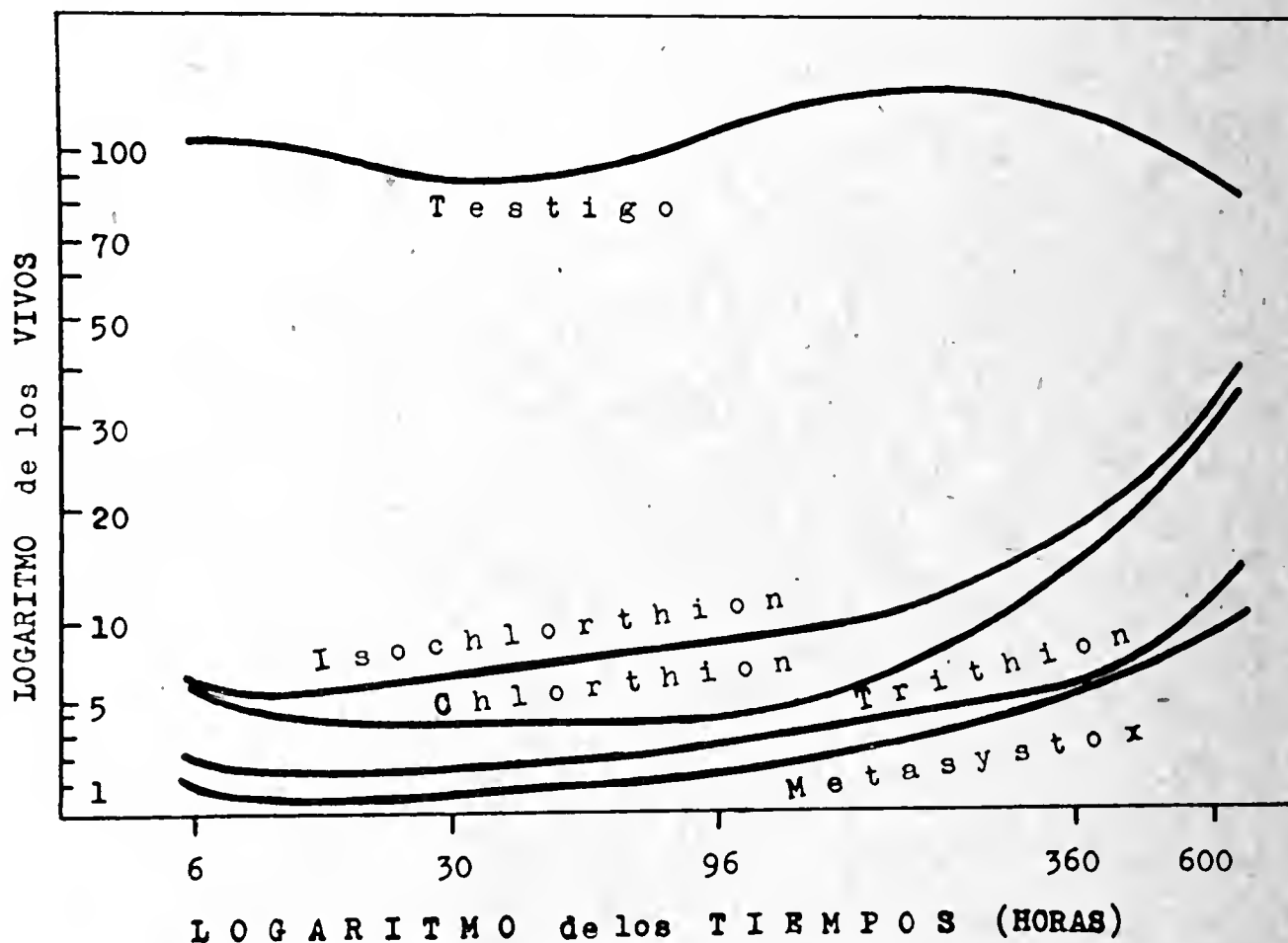
La avena usada, tanto para la reproducción de pulgones, como para los ensayos fué del tipo sativa, por ser una de las más susceptibles al ataque de *S. graminum*.

Las observaciones ópticas se hicieron con un microscopio estereoscópico Reichert (Mak).

Para los ensayos con macetas se emplearon alrededor de 120.000 individuos de 3er. estadio e de estadios más avanzados.

### Insecticidas

En el laboratorio se usaron algunos de los productos químicos epleados en el campo y se introdujeron nuevos insecticidas, todos fosforados orgánicos y formulados comercialmente como concentrados emulsionables.



1. Metasystox: fosfato tioglicoldimetílico (50%).
2. Trithion: 0,0-dietil S-p-clorofeniltiometil fosforoditioato (43,7%).
3. Metaisostox: 0,0-dimetil-S- (beta etilmercaptoetil) tiofosfato.
4. Thimet: 0,0-dietil S- (etiltiometil) fosforoditioato (47,5%).

Uno de los puntos a investigar en los tests de laboratorio, fué el relativo a la determinación del tiempo de permanencia dentro de la planta, con efectos insecticidas evidentes de los productos sistémicos (Metasystox, Metaisostox y Thimet) frente a un insecticida fosforado que sólo obra por vía de contacto (Trithion).

Para cada producto ensayado se usaron 50 macetas dejando para cada una de ellas 5 plantitas de avena. En la siembra de avena, para evitar la pérdida de los pulgones, se cuidó que la última capa de tierra quedara bien lisa y para tal objeto se usó cernida (con cernidor de 1 milímetro); de esta manera se facilitó el recuento de los pulgones, evitándose las evasiones y ocultamientos entre los terroncitos o rajaduras de la tierra. Los riegos se realizaron tomando precauciones para evitar la formación de pozos.

Cuadro 2.

Comportamiento de 4 insecticidas sobre *S. graminum*. Se distribuyeron a razón de 500 c.c. por hectáres de la formulación comercial, diluidos en 80 litros de agua.

Días	Metasystox				Metaisosystox				Thimet				Trithion			
	M %	A %	V %	M-A %	M %	A %	V %	M-A %	M %	A %	V %	M-A %	M %	A %	V %	M-A %
1	87,67	12,33	0,00	100,00	61,22	38,78	0,00	100,00	100,00	0,00	0,00	100,00	94,50	5,50	0,00	100,00
2	82,14	17,35	0,51	99,49	59,00	40,00	1,00	99,00	80,00	20,00	0,00	100,00	96,50	3,49	0,01	99,99
3	74,50	23,50	2,00	98,00	40,40	50,50	9,10	90,90	70,80	29,20	0,00	100,00	85,50	12,00	2,50	97,50
4	73,50	7,50	19,00	81,00	46,46	13,14	40,40	59,60	46,94	13,27	39,79	60,21	87,00	11,00	2,00	98,00
5	45,72	28,57	25,71	74,29	58,97	12,82	28,21	71,79	50,00	21,05	28,95	71,05	81,00	9,00	10,00	90,00
6	s/o	s/o	s/o	s/o	s/o	s/o	s/o	s/o	s/o	s/o	s/o	s/o	85,00	8,00	7,00	93,00
7	64,58	11,58	23,84	76,16	57,00	12,00	31,00	69,00	20,42	13,98	65,60	34,40	75,00	10,00	15,00	85,00
8	36,25	16,25	47,50	52,50	33,33	3,33	63,34	36,66	19,67	4,91	75,42	24,58	38,75	39,25	22,00	78,00
9	26,76	24,21	49,03	50,97	5,26	10,53	84,21	15,79	4,35	10,87	84,78	15,22	48,25	32,25	19,50	80,50
10	13,33	0,00	86,67	13,33	6,25	6,25	87,50	12,50	7,69	23,08	69,23	30,77	s/o	s/o	s/o	s/o
11	77,50	2,50	20,00	80,00									62,75	20,25	17,00	83,00
12	s/o	s/o	s/o	s/o									30,00	40,00	30,00	70,00
13	60,00	5,00	35,00	65,00									67,50	0,00	32,50	67,50
14	s/o	s/o	s/o	s/o									24,00	44,00	32,00	68,00
15	75,00	00,00	25,00	75,00									54,00	20,50	25,50	74,50
16	s/o	s/o	s/o	s/o									s/o	s/o	s/o	s/o
17	47,50	2,50	50,00	50,00									26,00	56,00	18,00	82,00

Observación: M (muertos); A (afectados); V (vivos); M-A (muertos más afectados); % (por ciento); s/o (sin observación).

Una vez que las plantas alcanzaban el desarrollo deseado, se pulverizaban con los productos mencionados en un equivalente a 500 centímetros cúbicos por hectárea de la formulación comercial, en dilución acuosa a razón de 80 litros por hectárea.

En cuanto la aspersión se hubo secado se colocaron 10 pulgones adultos por maceta. Cada vez que se hizo el recuento de pulgones (muertos, abatidos y vivos), los cuales eran todos retirados de las macetas, se colocaban de inmediato 10 pulgones más. De esta manera se controló el porcentaje periódico de muertos, abatidos y vivos para tener finalmente una idea del comportamiento de los productos ensayados. Estas variaciones se pueden observar en el cuadro II, que expresa sus valores en por ciento, agregando el valor de muertos más abatidos ( $M + A$ ), el cual podría considerarse más preciso y detallista.

Se desea establecer que los recuentos se hicieron cada 24 horas. En el cuadro II, se indican las excepciones con el signo s/o (sin observaciones). Con respecto a Metasystox y Thimet las observaciones se suspendieron al 10° día debido a la baja de la toxicidad y a que no se dispuso en el laboratorio de suficientes pulgones para reemplazo.

También se hicieron ensayos con 50 macetas para cada uno de los productos mencionados, que consistieron en poner 10 pulgones en cada maceta y dejarlos 24 horas. Los pulgones se instalaron sobre las plantas, procediéndose a pulverizarlos en las mismas dosis mencionadas, haciéndose una observación a los 30 minutos de aplicados y en las 2 horas posteriores. Se observó un abatimiento completo a partir de los 30 minutos y a las 2 horas estaban todos muertos.

En los ensayos de laboratorio registramos una mayor rapidez de acción y mortalidad de los insecticidas que en los ensayos de campo, debiéndose ello a la mayor perfección de las pulverizaciones realizadas en el laboratorio.

### Observaciones

El ensayo se controló durante 17 días.

En el cuadro II se podrá observar el comportamiento de cada grupo de insecticidas: de los sistémicos y de los de simple contacto.

Hasta el 9° día de observación el Metasystox se comportó mejor que los otros 2 productos sistémicos. Pero el Trithion desde el principio hasta los 17 días de observación (finalización de los ensayos) se presentó con respecto a los sistémicos, con mejores propiedades insecticidas (mayor permanencia de efecto insecticida y con una mayor uniformidad). El Metasystox y el Metaisostox declinan a partir del 8° día, más marcadamente aún el Metaisostox y subitamente en el 10° día después del tratamiento el Metasystox.

A partir del 11° día este producto comienza a actuar otra vez en forma eficaz casi hasta el final del ensayo. El Thimet actúa drásticamente hasta el 3er. día inclusive y comienza a declinar en su potencia insecticida hasta el final del experimento, con un leve repunte en el último recuento. El comportamiento del Trithion es expresivo con la sola observación de sus valores numéricos, lo que demuestra que es insecticida de contacto de cualidades muy interesantes.

En las macetas testigo (sin tratar) la mortalidad registrada nunca fué superior al 6%.

### BIBLIOGRAFIA

SILVEIRA GUIDO, A. y E. CONDE JAHN., El Pulgón Verde de los Cereales en el Uruguay. Ap. Rev. Fac. Agr. 1945. 54 pp. 13 cuadros. Montevideo, Uruguay.



# EINE ANALYSE DER UNTERSCHIEDLICHEN RESISTENZ MÄNNLICHER UND WEIBLICHER KORNKÄFER GEGEN SYNTHETISCHE KONTAKTINSEKTIZIDE

H. TIELECKE

Biologisches Institut des VEB Fahlberg-List, Magdeburg

Es ist an verschiedenen Insekten festgestellt worden, daß bei der Einwirkung von synthetischen Kontaktinsektiziden eine unterschiedliche Resistenz innerhalb der beiden Geschlechter einer Art besteht. Mosebach (1951) berichtet bereits von einer unterschiedlichen Empfindlichkeit von Männchen und Weibchen der Stubenfliege (*Musca domestica*), und zwar sind die Männchen deutlich empfindlicher als die Weibchen gegen DDT und Hexa. Gleichsinniges beobachtete auch Sumio Nagasawa (1951) in Japan gegen DDT.

Im Rahmen biologischer Bekämpfungsweisen ist von Pielou und Glasser (1952) versucht worden, DDT-resistente Stämme von *Macrocentrus ancylivorus* als wirksamen Parasiten von *Grapholita molesta* zu züchten. Nach einer neun Monate langen Selektion stellten die Autoren u. a. fest, daß unter Zugrundelegung der DL 50 die Weibchen gegen DDT um ca. 34% resistenter waren als die Männchen.

Bei der Prüfung der Empfindlichkeit eines normalen und eines Inzuchtstammes von *Drosophila melanogaster* gegen Dieldrin, Toxaphen, DDT und Methoxychlor beobachtete Kuntson (1953), daß die Todesrate der Weibchen mit Ausnahme von Toxaphen kleiner war als die der Männchen. Der stärkste Unterschied ergab sich bei DDT und Methoxychlor.

Nach Gar u. a. (1954) sind die weiblichen Schildwanzen (*Eurygaster integriceps*) gegen phosphororganische Insektizide widerstandsfähiger als die männlichen.

Bei der amerikanischen Schabe (*Periplaneta americana*) erweisen sich nach Munson (1953) die Weibchen gegen DDT-Präparate resistenter als die Männchen. Es wird der höhere Fettgehalt der Weibchen als eine der Ursachen der erhöhten Resistenz angesehen.

Bei den adulten Wüstenschrecken (*Schistocerca gregaria*) weisen die Weibchen nach Mac Cuaig (1957) bei Begiftung mit Diazinon eine höhere Resistenz im Vergleich zu den Männchen auf. Entsprechende Versuche mit Gamma-HCH zeigten diesen Unterschied in der Resistenz der Geschlechter nicht.

Cochran (1953) stellte fest, daß die adulten Weibchen der Schaben (*Periplaneta americana*) weniger empfindlich gegen injiziertes DDT, Lindan, Chlordan, Toxaphen, Dieldrin und Methoxychlor waren als die Männchen. Beim Nymphenstadium zeigten sich jedoch keine Unterschiede.

Wir selbst sind bei unseren biologischen Prüfungen insektizider Wirkstoffe sowohl bei der amerikanischen (*Periplaneta americana*), der orientalischen (*Blatta orientalis*) als auch der deutschen Schabe (*Phyllodromia germanica*) zu dem gleichen Erkenntnis gelangt. Für den insektiziden Test wählen wir stets nur Weibchen oder nur Männchen der oben genannten Versuchstiere.

Nach den bisherigen Ausführungen sind also bei den genannten Insektenarten die weiblichen Tiere gegen Kontaktinsektizide stets resistenter, so daß man annehmen könnte, die höhere Resistenz sei ein Charakteristikum des weiblichen Geschlechts. Im Gegensatz dazu fand nun Loschiavo (1955), daß die Sterblichkeit der adulten Weibchen von *Tribolium confusum*, die einem p,p'-DDT-Belag ausgesetzt waren, eindeutig höher lag als die der Männchen. Der Unterschied bleibt auch unter dem Einfluß verschiedener

Temperaturen bestehen. Hiermit wurde also zum ersten Male aufgezeigt, daß auch die männlichen Tiere gegen Kontaktinsektizide widerstandsfähiger sein können. Die Ursache hierfür ist nicht ergründet worden.

Zur Frage der unterschiedlichen Resistenz der beiden Geschlechter von Insektenarten gegen synthetische Kontaktinsektizide diente uns als Untersuchungsobjekt der Kornkäfer (*Sitophilus granaria*). Hierbei war es notwendig, daß die für die Versuche benötigten Tausende von Käfern sich nach einem eindeutig zuverlässigen morphologischen Merkmal nach ihrem Geschlecht lebend voneinander trennen ließen. Bekanntlich unterscheiden sich rein äußerlich die beiden Geschlechter des Kornkäfers in der verschiedenen Ausbildung des Rüssels. Im allgemeinen ist der im Querschnitt kreisrunde Rüssel bei den Männchen etwas kürzer, plumper und weniger gekrümmt als bei den Weibchen. Es gehört aber schon ein sehr geübtes Auge dazu, die Vielzahl der für die nachfolgenden Untersuchungen benötigten Käfer mit Hilfe dieses Merkmales nach ihrem Geschlecht zu trennen. Wir haben uns durch eingehende und zahlreiche anatomische Untersuchungen des Genitaltractus davon überzeugt, daß die Rüsselunterschiede als ein einwandfreies sekundäres Geschlechtsmerkmal zu deuten sind.

Zur Ermittlung der immerhin nicht sehr hohen unterschiedlichen Resistenzgrade der beiden Geschlechter des Kornkäfers diente die Bestimmung des Toxizitätsgrades mit Hilfe der Dosismethode (LD 50) und der Zeitmethode (LT 50). Diese beiden Methoden sind u. a. von Unterstenhöfer (1953) eingehendst erörtert worden.

Die LD 50 und LT 50 sind bei männlichen und weiblichen Kornkäfern an mit gleichen Trägerstoffen formulierten Stäubepreparaten folgender Wirkstoffe festgestellt worden: Gamma-HCH (1%ig), p,p'-DDT (5%ig), Chlordan (2%ig) und Toxaphen (10%ig). Diese Präparate wurden als Stäubebeläge in offenen Petrischalen geprüft, deren Rand mit Talkum behaftet ist. Es wird damit die Flucht der Käfer verhindert. Bei allen Prüfungen wurden 14 Tage bis 4 Wochen alte Käfer gewählt. Die Dosierung der Stäubemittel wurde mit Hilfe der Lang-Welte-Glocke vorgenommen. Für das Stäubepreparat auf Gamma-HCH-Basis (1%ig) soll die Ermittlung des unterschiedlichen Toxizitätsgrades der männlichen und weiblichen Kornkäfer in seinen Einzelheiten als Beispiel erläutert werden.

Für die LD 50 wurde die Dosierung 20, 30, 45, 65 und 90 mg/Lang-Welte-Glocke gewählt. Jede Dosierung beträgt also ca. in geometrischer Reihe das 1,5fache der vorangegangenen. Am Boden der Glocke stehen 4 Petrischalen mit einem Durchmesser von 9 cm. Zwei der bestäubten Schalen wurden mit je 30 männlichen Käfern und die beiden anderen mit je 30 weiblichen Käfern besetzt. Nach Verlauf von 2 Stunden wurden die k. o.- und Abtötungsprozente kontrolliert. Der Durchschnitt der beiden Schalen ergab in einem Falle folgende Werte, die in der anschließenden Tabelle zusammengestellt sind:

Tabelle 1.

Präparat	k. o. / Abtötungsprozente	
	weiblich	männlich
Gamma-HCH (1%ig) 20 mg. ....	13	5
30 mg. ....	34	20
45 mg. ....	50	34
65 mg. ....	64	45
90 mg. ....	95	72
Unbehandelt .....	—	—

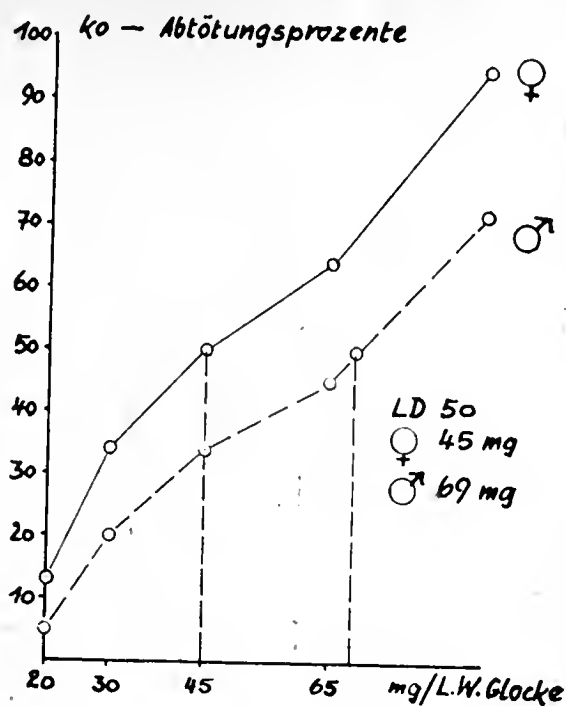


Abb. 1. Die Bestimmung der LD 50 an männlichen und weiblichen Kornkäfern gegenüber einem 1 %igen Gamma-HCH (Lindan)-Stäubemittel.

Aus diesen Werten werden im Koordinatennetz für Männchen und Weibchen die LD 50-Werte ermittelt (siehe Abbildung 1). Die Kurven unter Berücksichtigung der gleichen Werte nach der Probit-Methode zeigt Abbildung 2. Das erste Kurvenpaar ermittelt für die LD 50 durch Interpolation bei den Männchen 69 und bei den Weibchen 45 mg. Das zweite Kurvenpaar mit den Probit-Werten ergibt durch Interpolation für das Weibchen 47 und für das Männchen 68 mg. Nach einigen Tagen wurden die Versuche in gleicher Weise wiederholt, wobei im Vergleich zum ersten Versuch die Werte nur geringfügig voneinander abwichen.

Bei der Bestimmung der LT 50 wurden als Dosierung für die Lang-Welte-Glocke 50 mg des Gamma-HCH-Stäubepreparates (1%ig) gewählt. Die Glocke war wiederum mit 4 Petrischalen zur Stäubung eingerichtet. Alle vier Schalen wurden mit je 30 männlichen Käfern besetzt. Vier weitere mit der gleichen Dosis bestäubte Schalen wurden mit je 30 weiblichen Käfern besetzt. Die Zeitintervalle betrugen zur Kontrolle der k. o.- und Abtötungsprozente 120, 150, 180, 210, 240 und 270 Minuten. Als k. o.- und Abtötungsprozente im Durchschnitt von vier Schalen wurden innerhalb der angegebenen Zeitintervalle folgende Werte für Männchen und Weibchen festgestellt:

Tabelle 2.

Zeitintervalle der Kontrolle	k. o.- / Abtötungsprozente	
	weiblich	männlich
120 Min. ....	25	13
150 Min. ....	36	23
180 Min. ....	44	36
210 Min. ....	58	48
240 Min. ....	70	60
270 Min. ....	81	72

Aus den nach gleichem Modus wie im vorhergehenden Falle entwickelten Kurvenpaare ergeben sich für die LT 50 beim Männchen und Weibchen folgende Werte: 216 und 192 Minuten bzw. 214 und 182 Minuten.

Neben den genannten Stäubepreparaten ist der Wirkstoff Methylparathion in Form wäßriger Emulsionen, die zu je 1 ccm auf in Petrischalen befindliche Rundfilter aufgetropft wurden, der Untersuchung unterzogen worden.

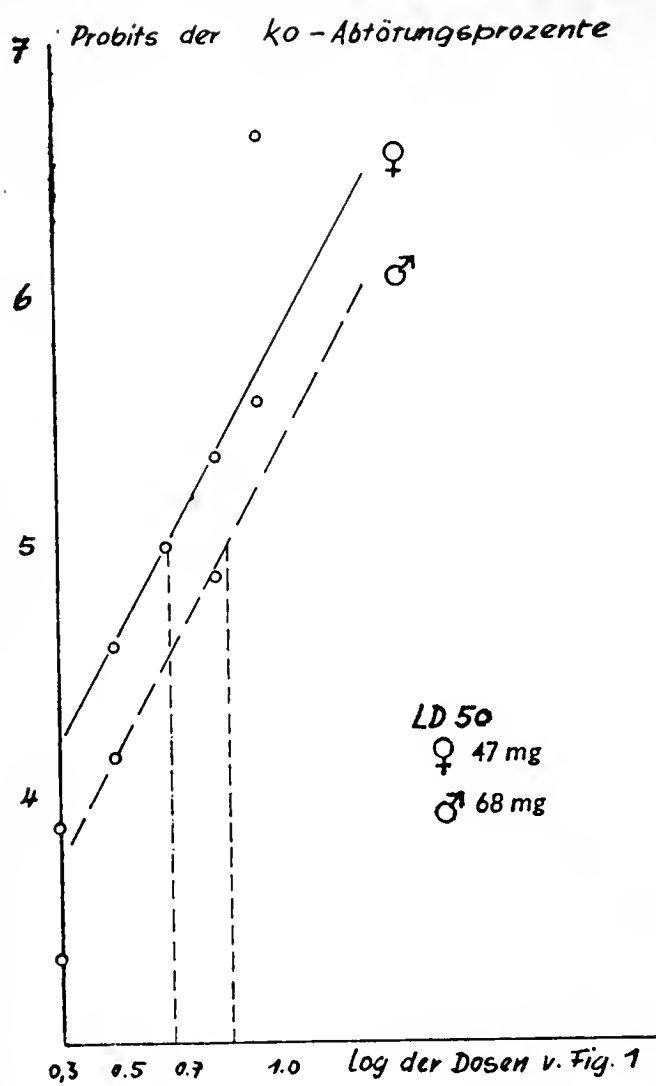


Abb. 2. Die Bestimmung der LD 50 nach der Probit-Methode der bereits in Abb. 1 dargestellten Werte.

Die größten Unterschiede bei der geschlechtsgebundenen Resistenz der Kornkäfer zeigten sich beim Gamma-HCH-Wirkstoff. Dieser Unterschied nahm bei Berücksichtigung der LD 50 nach der Prüfung der übrigen Wirkstoffe in folgender Reihenfolge ab: Methylparathion, Toxaphen, DDT und Chlordan.

Auch die Werte der LT 50 der einzelnen geprüften Wirkstoffe wiesen darauf hin, daß die geschlechtsgebundene Resistenz beim Gamma-HCH den größten Unterschied zeigt. Die LT 50-Werte der übrigen Wirkstoffe zeigten derart geringe Unterschiede, daß sich eine Aufstellung in bestimmter Reihenfolge nicht ermöglichen ließ. Um welche prozentualen Anteile die Resistenz bei den männlichen Kornkäfern bezüglich der einzelnen Wirkstoffe durch Ermittlung der LD 50 bzw. LT 50 höher liegt, zeigt zusammenfassend die anschließende Tabelle:

Tabelle 3.

Prozentuale Erhöhung der Resistenz beim männlichen Kornkäfer im Vergleich zum weiblichen.

LD 50	Gamma-HCH	E-Wirkstoff	Toxaphen	DDT	Chlordan
Versuch 1 .....	51	39	34	30	13
Versuch 2 .....	41	30	30	21	20
Durchschnitt .....	46	35	32	26	17

LT 50	Gamma-HCH	E-Wirkstoff	Toxaphen	DDT	Chlordan
Versuch 1 .....	19	11	2	10	11
Versuch 2 .....	13	2	10	7	6
Durchschnitt .....	16	7	6	9	9



Zum Abschluß sei noch darauf hingewiesen, daß bei allen Vorversuchen, die der Ermittlung der Dosen für die LD 50- und LT 50-Bestimmungen dienten, die männlichen Käfer ebenfalls stets widerstandsfähiger waren.

Der Kornkäfer ist somit neben dem Reismehlkäfer (*Tribolium confusum*) ein Beispiel dafür, daß die höhere Resistenz gegen Insektizide nicht nur an das weibliche Geschlecht gebunden ist.

Es fragt sich, ob für die unterschiedliche Resistenz innerhalb der beiden Geschlechter eine ursächliche Erklärung aufgefunden werden kann. Munson (1953) sieht wie gesagt in dem höheren Lipoidgehalt weiblicher amerikanischer Schaben eine der Ursachen der größeren Widerstandsfähigkeit gegen Kontaktinsektizide im Vergleich zu den männlichen Schaben. Auch Langenbuch (1955) führt die unterschiedliche Empfindlichkeit der L<sub>3</sub>- und L<sub>4</sub>-Stadien des Kartoffelkäfers gegen DDT auf einen verschiedenen Lipoidgehalt zurück. In eingehenden Untersuchungen konnte Wiesmann (1959)<sup>1</sup> feststellen, daß Stubenfliegen resistenter Stämme durch einen höheren Lipoidgehalt gekennzeichnet sind, als die der normalen sensiblen Stämme. Man nimmt an, daß die lipidlöslichen Kontaktinsektizide bei einem höheren Gehalt an Fettstoffen in den Tieren in vermehrter Weise blockiert werden und dadurch ihre Wirkung auf die Nerven verloren geht.

Um zu ermitteln, ob die unterschiedliche Resistenz der beiden Geschlechter des Kornkäfers auch auf einem verschiedenen Lipoidgehalt beruht, wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

Je 10 g männliche (3526 Individuen) und weibliche (3379 Individuen) Kornkäfer wurden abgewogen und durch starkes Erhitzen schnell abgetötet. An der Luft ließen wir sie 16 Stunden trocknen. Danach wurden die toten Männchen und Weibchen im Mörser zerrieben und im Trockenschrank bei 65°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Die so getrockneten und zerriebenen Käfer verteilen sich gewichtsmäßig wie folgt: 5,1948 g Männchen entsprachen 10 g Frischgewicht und 5,1237 g Weibchen entsprachen ebenfalls 10 g Frischgewicht. Die Bestimmung des Lipoidgehaltes erfolgte jeweils in drei Anteilen durch erschöpfende Extraktion (6 Stunden) mit Petroläther und Messung des Gewichtsverlustes (a), sowie durch Wägung des Extraktes nach der Entfernung des Petroläthers (b).

Lipoidgehalt der Männchen (a)	14,95%, 14,85%, 15,05%
bezogen auf Trockengewicht (b)	14,97%, 15,00%, 14,90%

Der Lipoidgehalt von männlichen Kornkäfern beträgt also im Durchschnitt 14,97% (bezogen auf Trockensubstanz), entsprechend 7,78% (bezogen auf Frischgewicht).

Lipoidgehalt der Weibchen (a)	13,19%, 12,70%, 12,71%
bezogen auf Trockengewicht (b)	12,81%, 12,30%, 12,71%

Der Lipoidgehalt von weiblichen Kornkäfern beträgt also im Durchschnitt 12,74% (bezogen auf Trockensubstanz) entsprechend 6,53% (bezogen auf Frischgewicht). Bei Errechnung des Differenzbetrages von 1,25 der Prozentwerte der Lipoidgehalte, die sich auf das Frischgewicht beziehen, kommt man zu dem Ergebnis, daß der Lipoidgehalt der Männchen des Kornkäfers um ca. 19% höher liegt als bei den Weibchen. Diese Zahl kann jedoch nicht als endgültig angesehen werden, denn bei den Männchen ist bei 10 g Kornkäfer-Einwaage im Vergleich zu den Weibchen eine höhere Individuenzahl einbezogen, so daß sich damit auch der Lipoidgehalt auf eine höhere Käferzahl verteilt. Dieser erhöhte Individuen-Anteil der Männchen beträgt aber nur 4%. Diese

<sup>1</sup> Nach einem Vortrag auf dem internationalen Symposium über schädliche Fliegen im Lebensbereich des Menschen, in Berlin, vom 23. bis 25. 4. 1959.

Prozentzahl ist dann noch von den 19% des höheren Lipoidgehaltes der Männchen in Abzug zu bringen, so daß im Endergebnis der erhöhte Lipoidgehalt der Männchen im Vergleich zu den Weibchen 15% beträgt. Ob der höhere Lipoidgehalt der Männchen die alleinige Ursache ihrer größeren Widerstandsfähigkeit gegenüber den organisch-synthetischen Kontaktinsektiziden ist, bleibt noch unbeantwortet.

### LITERATURVERZEICHNIS

- COCHRAN, D. G., Unterschiedliche Empfindlichkeit der Geschlechter und Entwicklungsstadien der amerikanischen Schabe gegenüber verschiedenen Insektiziden. J. econ. Entom. 48, 131—133 (1955). — GAR, K. A., MANDELBAUM, Ja. A., MELNIKOW, N. N., SCHWETZOWA-SCHILOWSKAJA und TSCHERNETZOWA, W. J., Anwendung markierter Atome zur Untersuchung der Widerstandsfähigkeit der Schildwanze gegen zwei phosphororganische Insektizide und Untersuchungen über deren Einbringung in die Pflanze. Ber. Akad. Wiss. UdSSR 94, 1189—1191 (1954). — KUNTSON, H., Empfindlichkeit eines normalen und eines Inzuchtstammes von *Drosophila melanogaster* gegen Dieldrin, Toxaphen, DDT und Methoxychlor. J. econ. Entom. 46, 137—141 (1953). — LANGENBUCH, R., Untersuchungen über die Ursache der unterschiedlichen DDT-Empfindlichkeit der L<sub>3</sub>- und L<sub>4</sub>-Larven des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say.). Z. f. Pflanzenkr. 62, 564—572 (1955). — LOSCHIAVO, S. R., Mortalities of Males and Females of *Tribolium confusum* Duo. (Coleoptera: Tenebrionidae). Exposed to Residual Deposits of p,p'-DDT. The Canad. Entomol. 87, 407—410 (1955). — MOSEBACH, E., Unterschiedliche Empfindlichkeit von Männchen und Weibchen der Stubenfliege. Z. f. hyg. Zool. 39, 139—145 (1951). — MAC CUAIG, R. D., The cumulative toxicity of  $\gamma$ -BHC and diacinon applied in small doses to locusts. Ann. appl. Biol. 45, 114—121 (1957). — MUNSON, S. C., Some effects of storage at different temperatures on the resistance of the American Roach to DDT. J. econ. Entom. 46, 754—764 (1953). — PIELOU, P. P. und GLASSER, R. F., Selection for resistance in a Beneficial Insect-Parasite. Science 115, 117—118 (1952). — SUMIO NAGASAWA, Die verschiedene Widerstandskraft der männlichen und weiblichen Hausfliege gegen DDT. Science (Japan) 21, 591—592 (1951). — UNTERSTENHÖFER, G., Über die Bestimmung des Giftwertes (Toxizitätsgrades) von Kontaktinsektiziden. Z. f. Pflanzenkr. 60, 26—36 (1953).

## THE UPTAKE AND METABOLISM OF PARATHION BY INSECT EGGS

E. H. SMITH and R. D. O'BRIEN

Manuskript nicht eingelangt

### ABSTRACT

Eggs of the peach tree borer, *Sanninoidea exitiosa* (Say), large milkweed bug, *Oncopeltus fasciatus* (Dall.), Mexican bean beetle, *Epilachna varivestis* Muls., southern armyworm, *Prodenia eridania* (Cram.), were exposed to vapor treatment of p<sup>32</sup>-parathion.

In all four species, exposures to vapor resulted in heavy deposits of parathion on the surface of the eggs.

Further analyses were made on eggs of the peach tree borer and the milkweed bug to determine the internal levels of parathion and paraoxon. These species were selected because of the contrast in susceptibility, the peach tree borer being highly susceptible while the milkweed bug is relatively nonsusceptible to ovicidal action by parathion.

The susceptible species took up about three times as much parathion on the surface of the egg as did the nonsusceptible species. In both species most of the toxicant remained on the chorion and could be removed by rinsing in solvent. The internal levels of parathion and paraoxon were about eight times higher in the susceptible species while the paraoxon levels were about ten times as high. Based on these results it appears that uptake, penetration and metabolism are involved in differential ovicidal susceptibility to parathion.

# ÜBER EINE NEUE GRUPPE VON AKARIZIDEN

G. UNTERSTENHÖFER

Ein von allen Teilgebieten der Entomologie einschließlich der Systematik im letzten Jahrzehnt in intensive Bearbeitung genommenes Problem ist die Insektizid- und erfreulicherweise neuerdings auch die Akarizidresistenz. Diesen Bemühungen sind wertvolle Erkenntnisse über Entstehung, Vererbung, Stabilität und Mechanismus der Resistenz zu verdanken, so daß unsere Vorstellungen über das Wesen der Resistenz laufend klarer werden. Der praktische Zweck der Forschung liegt darin, Grundlagen für die systematische Erarbeitung neuer Wege zur Bekämpfung resistent gewordener Schädlinge zu gewinnen. Wertet man nun die bisher erzielten Ergebnisse speziell unter dem Gesichtspunkt der präparativ-entwicklungstechnisch arbeitenden Forschung, so muß registriert werden, daß bis jetzt echte konstruktive Beiträge zur chemisch-präparativen Lösung des Problems nicht geliefert werden konnten, daß dafür aber wertvolle Hinweise für die biologisch-präparative Forschung bereitgestellt wurden. So ergibt sich aus der unter anwendungstechnischen Gesichtspunkten vorgenommenen Interpretation der Befunde, die die Grundlagenforschung vorgelegt hat, in Verbindung mit zuverlässigen Feldbeobachtungen, welche Kriterien bei der biologischen Entwicklung und Erforschung neuer Wirkstoffe besonders berücksichtigt werden müssen. Folgende Eigenschaften sollten von neuen Akariziden erwartet werden:

1. Ein völlig neuartiger, d. h. von den bekannten Wirkstoffen abweichender primärer Angriffspunkt im physiologischen Geschehen, damit eine hohe Wahrscheinlichkeit dafür gegeben ist, daß keine rassenspezifischen Reaktionsunterschiede vorliegen und keine Prädisposition für beschleunigte Resistenzentwicklung in Gebieten mit widerstandsfähigen Populationen in Aussicht steht.
2. Eine hohe akarizide Potenz, die zuverlässige Wirkungsgrade erwarten läßt, damit die Selektionsintensität infolge relativ seltener Einwirkung des Akarizids auf die Populationen reduziert wird.
3. Eine weitestgehend selektive Wirkung, um Nützlinge zu schonen und in der Wahl des Anwendungstermines unabhängig zu sein, d. h. denselben nach Maßgabe bekämpfungstechnischer Notwendigkeiten ohne Rücksicht beispielsweise auf die Honigbiene festlegen zu können.

Bei der systematischen Bearbeitung der Aufgabe, Wirkstoffe mit den kurz skizzierten Eigenschaften zu entwickeln, gelang es, eine völlig neuartige, akarizid hoch wirksame chemische Gruppe ausfindig zu machen. Es handelt sich um Chinoxaline, die im wissenschaftlichen Hauptlabor der Farbenfabriken Bayer von Sasse und Wegler eingehend chemisch-präparativ bearbeitet wurden.

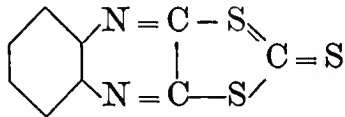
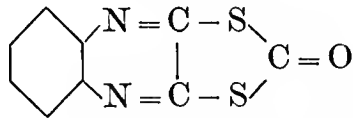
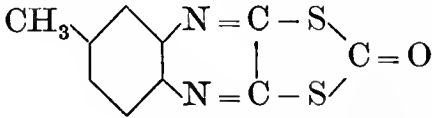
Schon in den ersten Versuchen stellten wir fest, daß die Gruppe der Chinoxaline Vertreter mit beachtlicher akarizider Wirkung enthält. Für die biologische Weiterbearbeitung dieser Wirkstoffgruppe war dann nicht zuletzt der Tatbestand schwerwiegend, daß normal sensible und resistente Spinnmilbenrassen in gleicher Stärke auf die wirksamen Verbindungen ansprechen.

Aus der Vielzahl der hergestellten und geprüften Verbindungen schoben sich als besonders interessant bisher drei Wirkstoffe in den Vordergrund. Während die Entwicklungsarbeit mit 4935, das unter dem Namen „Eradex“ bereits praktisch angewendet wird, im wesentlichen abgeschlossen ist, wird die Prüfung von 4953 und 4975 für spezielle Zwecke noch mit dem Ziel fortgesetzt, die diesen Verbindungen innewohnenden biologischen Potenzen der Phytotherapie nutzbar zu machen.

Die folgende Übersicht enthält drei für die biologische Charakterisierung der in Rede stehenden Verbindungen maßgebende quantitative bzw. qualitative Merkmals-

angaben. Dabei geben wir die zunächst besonders interessierende akarizide Potenz in Abweichung von der allgemeinen Gepflogenheit in Form derjenigen Dosis an, die unter optimalen Giftwirkungsbedingungen im Laboratorium eine sich aus allen Entwicklungsstadien zusammensetzende Population vernichtet. Wenn nur eine zahlenmäßige Wertangabe über die akarizide Potenz einer Verbindung gemacht wird, dann ist dieses Wirkungsmerkmal, das seinem Wesen nach weniger einen Giftwert als einen Wirkungsgrad darstellt, das genaueste und zuverlässigste Kriterium auch für vergleichende Bewertungen, in dem dadurch die sich aus der mehr oder weniger ausgeprägten Stadienspezifität in Verbindung mit der auch den Giftwert beeinflussenden Dauerwirkung ergebenden Schwierigkeiten umgangen werden.

Tabelle 1.

Wirkstoff	Konstitution	Akarizide Potenz <i>T. Telarius</i>		Ratte per os mg/kg	Pflanzen- verträglichkeit
		n-Milben %	r-Milben %		
4935 („Eradex®“)		0,008	0,0078	2000	+
4953		0,005	0,0057	1000	-
4975		0,0008	0,0082	2000	±

® = eingetragenes Warenzeichen der Farbenfabriken Bayer.

Obwohl eine Betrachtung über die Beziehungen zwischen Konstitution und Wirkung gerade bei der Gruppe der Chinoxaline sehr ergiebig ist, muß in dem eng gefaßten Rahmen dieser Darstellung hierauf verzichtet werden. Hier mag der Hinweis genügen, daß in der Regel die Dithio-Verbindungen biologisch aktiver sind als die analogen Trithio-Verbindungen. Dafür treten aber phytotherapeutisch zunächst die Dithio-Verbindungen hinter die Trithio-Verbindungen, weil bei ihnen der chemotherapeutische Index durchweg ungünstiger liegt. Da die Dithio-Verbindungen jedoch ausgeprägte ovizide Eigenschaften vor allem bei den Wintereiern der Obstbaumspeinnmilbe (*P. pilosus*) besitzen, die gerade für die Bekämpfung dieses Schädlings während der Vegetationsruhe in Resistenzgebieten wertvoll sein können, ist es noch verfrüht, ein Urteil über diese Verbindungen als Pflanzenschutzmittel abzugeben.

Über den Wirkungsmechanismus im Sinne des primären Angriffspunktes im Ablauf des toxischen Prozesses ist bisher so gut wie nichts bekannt. Doch darf man aus den Beobachtungen, nach denen die verschiedenen Intoxikationsphasen symptomatisch nicht mit denen der bekannten Akarizide übereinstimmen — deren Wirkungsmechanismus übrigens auch völlig unbekannt ist (1) — schließen, daß auch der Wirkungsmechanismus spezifisch ist. Seine Aufklärung wäre für die biochemisch-physiologische Forschung insofern eine besonders dankbare und vielleicht auch nützliche Aufgabe, als es sich bei den hier interessierenden Chinoxalinen um weitgehend selektive Pesticide handelt, deren Schwerpunkt bei Spinnmilben und daneben bei Pilzen, insbesondere bei *Erysiphaceen* liegt. Die Chinoxaline erweitern auch insoweit den höchst interessanten und für die Forschung wichtigen Tatbestand, auf den March (2) hinweist, nämlich daß oft Akarizide gleichzeitig fungizide Eigenschaften besitzen.



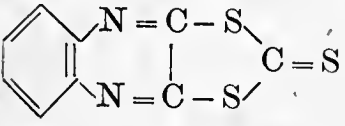
Alle uns bisher bekannten Chinoxaline sind ektotherapeutisch wirksame Akarizide. Es fehlt ihnen die für die meisten organischen P-Verbindungen charakteristische „Tiefenwirkung“ auf grünen Pflanzenteilen. Auch konnte bisher keine systemische Wirkung festgestellt werden. Hierfür fehlen die entsprechenden physikalischen Voraussetzungen: die Verbindungen sind nahezu unlöslich in Wasser und nur wenig löslich in organischen Lösungsmitteln.

Gegenüber Licht und Temperatur zeigen die Chinoxaline eine bemerkenswerte Stabilität. Sie besitzen deswegen eine gute Dauerwirkung und sichern dadurch zuverlässige Wirkungsgrade.

Das vorhin unter der Nummer 4935 aufgeführte Chinoxalin-2,3-trithiocarbonat ist, wie schon gesagt, der für die Akarizidresistenz zunächst interessanteste Wirkstoff. Seine für ein Akarizid typischen Eigenschaften, wie Art-, Rassen- und Stadienspezifität einschließlich Dauerwirkung und Abhängigkeit der Wirkung von den wichtigsten Giftwirkungsbedingungen sowie die Nebenwirkungen auf Pflanzen, Warmblüter und Nutztiere sind qualitativ und quantitativ hinreichend bekannt, so daß einem praktischen Einsatz zunächst im Obstbau nichts im Wege steht.

Tabelle 2 gibt einen Überblick über den Chemismus des „Eradex®“.

Tabelle 2.

Wirkstoff:	Chinoxalin-2,3-trithiocarbonat
Bruttoformel:	$C_9H_4N_2S_3$
Strukturformel:	
	Der Wirkstoff ist ein bräunlich-gelbes, lockeres Pulver und praktisch geruchlos.
Molekulargewicht:	236
Schmelzpunkt:	180 °C
Dampfdruck:	bei 20 °C = $1 \times 10^{-7}$ Torr
Löslichkeit:	in Wasser praktisch unlöslich, in organischen Lösungsmitteln schwer löslich
Beständigkeit:	bis 200 °C thermisch stabil, ebenso in 10% Natronlauge und 10% Salzsäure praktisch stabil.

Eine insektizide Wirkung konnte bisher lediglich bei Blattläusen und hier mit bedeutenden artspezifischen Unterschieden festgestellt werden. Eindeutig erkennbar, wenn auch schwach, war eine ovizide Wirkung bei *Ephesia kuehniella*, *Bruchidius obtectus*, *Galleria mellonella*. Wichtig ist die übereinstimmende Feststellung der Bundesanstalt für Pflanzenschutz in Wien und der Biologischen Bundesanstalt der Bundesrepublik Deutschland in Braunschweig, daß „Eradex®“ für Honigbienen völlig ungefährlich ist. In eigenen Versuchen erwiesen sich auch Schlupfwespen (*Braconiden*, *Ichneumoniden*) als sehr resistent.

Das Schwergewicht der pestiziden Wirkung liegt bei Milben und hier besonders bei Spinnmilben (*Tetranychiden*). Doch sprechen auch *Tarsonemiden* und *Eriophyiden* an. Wie bei allen Akariziden, so zeigen sich auch bei „Eradex®“, wenn auch keine prinzipielle so doch graduelle Empfindlichkeitsunterschiede zwischen den verschiedenen Spinnmilbenarten. So ist die Obstbaumspinnmilbe (*P. pilosus*) mit einer Grenzkonzentration von 0,005% deutlich anfälliger als *T. telarius* mit einem Schwellenwert von 0,008%. Positive Wirkungsbefunde liegen außerdem bei *T. pacificus*, *M. citri* und *Brevipalpus spec.* vor.

Rassenspezifische Unterschiede stellten wir bei der Prüfung des Wirkstoffes an verschiedenen Herkünften mit extremen Resistenzunterschieden bisher bei keiner Art fest. Das festigt die vorhin begründete Vermutung, daß es sich bei den Chinoxalinen um Wirkstoffe mit neuartigem Wirkungsmechanismus handelt.

Eine besonders charakteristische Eigenschaft der Akarizide ist die mehr oder weniger ausgeprägte spezifische Wirkung auf bestimmte Entwicklungsstadien. Mit einer Grenzkonzentration ( $LD_{95}$ ) von 0,006% sprechen Larven von *T. telarius* am besten an, während Weibchen eine Dosis von 0,01% benötigen; Eier nehmen eine Zwischenstellung ein. Man kann also „Eradex®“ als ein larvizidovizid wirkendes Akarizid mit deutlicher Wirkung auf postembryonale Stadien bezeichnen.

Was die Stadienspezifität angeht, so reiht sich das Präparat damit in die bekannten selektiven Akarizide ein, von denen man weiß, daß sie Larven gegenüber die höchste Giftigkeit besitzen (2). Die eiabtötende Wirkung erstreckt sich in erster Linie auf Sommereier, während Wintereier wesentlich resistenter sind und in Abhängigkeit vom Alter unterschiedlich reagieren.

Die Vergiftung nach „Eradex®“-Einwirkung verläuft bei postembryonalen Stadien relativ langsam und beginnt mit Bewegungshemmungen der Extremitäten und Nachlassen der Saugtätigkeit. Besonders nach kurzer Einwirkungszeit oder bei niedrigen Dosierungen können nicht selten Larven und Nymphen erst in den darauffolgenden Chrysalisstadien eingehen. So beträgt der Wirkungsgrad bei postembryonalen Stadien innerhalb der ersten drei Tage nach einer Begiftung im allgemeinen 80 bis 95%, um dann erst im Verlauf von etwa weiteren sechs Tagen 100% zu erreichen. Die vollständige Vernichtung einer Population beruht auf der durch die hohe Empfindlichkeit bedingten Dauerwirkung gegenüber Larven. Auffallend ist das längere Zeit anhaltende pralle Aussehen toter Milben.

„Eradex®“ ist Fraß- und Kontaktgift mit einer trotz des sehr niedrigen Dampfdruckes beachtlichen Wirkung in der Gasphase.

Gerade bei Akariziden mit fungiziden Eigenschaften ist die Pflanzenverträglichkeit sehr sorgfältig zu überprüfen. Im vorliegenden Falle rückte dabei der Obstbau und hier speziell der Apfel in den Vordergrund, weil diese Obstart unter europäischen Verhältnissen am stärksten unter der auf „Eradex®“ besonders gut ansprechenden Obstbaumpinnmilbe (*P. pilosus*) zu leiden hat; diese Milbe, die gebietsweise eine hohe multiple Resistenz besitzt, darf als der wichtigste tierische Großschädling des Intensivobstbaues angesehen werden. Bisher erwies sich das Präparat als voll verträglich bei 28 geprüften Apfel-, 12 Birnen-, 2 Aprikosen- und 2 Kirscharten. Dasselbe gilt nach den vorliegenden ersten Erfahrungen für Reben, Baumwolle, Citrus und Nelken als Kulturen, bei denen Akarizidresistenz von Bedeutung ist. Umso auffälliger war die Feststellung, daß die an sich sehr robuste Hopfenpflanze bei hoher Luftfeuchte und bei Regen „Eradex®“ nicht verträgt, während bei trockener Witterung keine Schäden beobachtet wurden.

In ausgedehnten Freilandversuchen unter den durch das trockene, warme Wetter besonders harten Befallsbedingungen des Jahres 1959 ergab „Eradex®“ gegenüber extrem resistenten wie normal sensiblen Populationen in verschiedenen Obstbaugebieten Europas sehr gute Wirkungsgrade gegen die Obstbaumpinnmilbe. Dabei war vor allem die ungewöhnlich lange befallsfreie Zeit auffallend, auch in Parzellenversuchen, in denen die unbehandelten Kontrollen und die wieder besiedelten Vergleichsparzellen einen starken Infektionsdruck auf die benachbarten „Eradex®“-Parzellen ausübten.

Seinem Wesen nach ist also das Chinoxalin-2,3-trithiocarbonat ein auf resistente und normal sensible Rassen von Tetranychiden gleichermaßen wirkendes selektives Akarizid, auf das außer den postembryonalen Stadien mit Schwerpunkt bei Larven auch Sommereier ansprechen, während Wintereier (z. B. von *P. pilosus*) widerstandsfähig sind. Es eignet sich seiner Potenzen und Nebenwirkungen wegen besonders für die Bekämpfung der Obstbaumpinnmilbe während der gesamten Vegetationszeit einschließlich der Blüte.

Das ebenfalls zu den Chinoxalinen gehörende Chinoxalin-2,3-dithiolcarbonat (4953) und das 6-Methyl-chinoxalin-2,3-dithiolcarbonat (4975) stellen insofern möglicherweise eine wertvolle phytotherapeutische Ergänzung zum Chinoxalin-2,3-trithiocarbonat (4935) dar, als sie zufolge ihrer höheren oviziden Potenz auch beachtliche Wirkungen bei Wintereiern der Obstbaumspeinnmilbe sowie bei einigen Insektenarten besitzen (z. B. Apfelgraslaus), Eigenschaften, die für die Lösung des Resistenzproblems wertvoll sein können.

#### LITERATUR

(1) METCALF, R. L., „Organic Insecticides“. Interscience Publishers, Inc. New York, London, 1955. — (2) MARCH, R. B., „The chemistry and action of acaricides.“ *Ann. Rev. Ent.* Vol. 3 (1958), 355—376. — (3) UNTERSTENHÖFER, G., „Die chemische Bekämpfung der Spinnmilben.“ Tagungsbericht Nr. 17 der Dt. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Berlin 1957, 87—102. — (4) UNTERSTENHÖFER, G., „Über den gegenwärtigen Stand der Insektizid- und Akarizidresistenz.“ Vortrag Bundes-Pflanzenschutztag 1960, Wien.

### RELATION OF THE RATE OF PENETRATION AND METABOLISM TO THE TOXICITY OF SEVIN TO THREE INSECT SPECIES

W. M. HOSKINS and M. E. ELDEFRAWI

Manuskript nicht eingelangt.

#### ABSTRACT

Sevin ( $\alpha$ -naphthyl, N-methyl carbamate) labelled with  $C^{14}$  has been used on three insect species by topical application in acetone. Sevin is absorbed rapidly into houseflies, 75 percent of a dose penetrating within four hours. It is rapidly metabolized and excreted so final toxicity is low as shown by the  $LD\ 50 = 2.6\ \mu g/\varnothing$ . Resistant houseflies differ from susceptible ones only in greater metabolism and consequent lower mortality. If metabolism is prevented by addition of a synergist such as Sesamex the toxicity of Sevin is increased up to fifty fold and much of the absorbed Sevin remains in the body unchanged. The critical step is the hydrolysis of Sevin to  $\alpha$ -naphthol and methyl amine, which is controlled by a carbamate esterase enzyme. When this is inhibited, e. g., by Sesamex, the toxicity is high.

Sevin penetrates more slowly into the large milkweed bug, e. g., 40 percent of an applied dose enters in eight hours. It is metabolized and excreted very slowly so the  $LD\ 50$  is low, i. e.,  $0.5\ \mu g/insect$ . The german roach absorbs Sevin slowly and metabolizes it rapidly. This results in low toxicity,  $LD\ 50 = 20\ \mu g/\delta$ . The metabolic products are different in the three species and are formed by different reactions.

### A COMPARATIVE METHOD TO DETERMINE INSECTICIDE EFFICIENCY IN COTTON

W. SZUMKOWSKI

Manuskript nicht eingelangt

#### ABSTRACT

A comparative method for determining insecticide efficiency in cotton treatments is explained, showing the results in tables and graphics. This method does not require the comparison of different yields. It is based on a collection of empty balls after the harvest from rows of equal length in the different plots; in large plots the balls are picked from several parts of the field. The balls are then counted and according to the total number as well as the number of damaged locules a comparison is made between the test and the different insecticides, obtaining the relative protection given by each one. The results thus found correspond with the yields.

# FACTORS AFFECTING THE PROTECTION OBTAINED WITH INSECT REPELLENTS

CAROLL N. SMITH

Manuskript nicht eingelangt

## ABSTRACT

Studies were conducted on the factors affecting the protection against *Aedes aegypti* (L.) obtained with three repellents on the skin of different subjects and on clothing. The repellents used—dimethyl phthalate, ethyl hexanediol, and diethyltoluamide—represented three different chemical groups, esters, alcohols, and amides. The minimum amount of any repellent required to provide protection when first applied was usually about the same on different men and women, but varied occasionally on one man, and varied between humans and some animals. The minimum amount required was lowest with diethyltoluamide and highest with dimethyl phthalate. There was no direct or inverse correlation between the natural attractiveness of different men and women (as indicated by biting rates on untreated skin) and the protection obtained. There was no evidence that repellents deteriorated or lost effectiveness while on the skin. Water, carbon dioxide, and skin bacteria did not affect repellency. A given amount of repellent remaining on the skin after aging was as effective as the same amount freshly applied. Infrared analysis revealed no breakdown of repellent recovered from the skin. Evaporation rates were usually about the same on different men and women, but were about twice as high from skin as from cloth at skin temperature, and about three times as high from a guinea pig. Dimethyl phthalate and ethyl hexanediol evaporated about twice as fast as diethyltoluamide. There were individual differences in absorption which apparently were mainly responsible for the differences in protection times on different individuals with the same repellent.

# APPLICATION DES APPAREILS ELECTRIQUES SPECIALEMENT CONSTRUITS POUR LA CAPTURE DES INSECTES PHOTOPHILES

M. TADIC und J. STANČIC

Manuskript und Abstract nicht eingelangt

# LABORATORY AND FIELD EVALUATION STUDIES WITH TOXICANT- SORPTIVE DUST FORMULATIONS FOR THE RAPID KNOCKDOWN AND CONTROL OF ARTHROPODS AFFECTING MAN AND ANIMAL

B. TARSHIS

Manuskript nicht eingelangt

## ABSTRACT

Though SG 67 was found to be a most effective insecticide, it was found that heavily infested housing, industrial and food establishments needed a compound that would give even quicker knockdown of the arthropods on contact with the dust. Additionally, though SG 67 could control nonfeeding ticks off and on infested animals, the compound had little effect on feeding ticks. In laboratory experiments, when 2% Dibrom (dimethyl 1,2-dibromo-2,2-dichloroethyl phosphate insecticide) was added to SG 67, the mixture knocked down German and brown-banded cockroaches 9 to 12 times faster than SG 67 alone and oriental and American cockroaches 18 and 23 times faster; all the cockroaches died as fast in the 2% Dibrom-SG 67 as in straight SG 67. Bio-assay experiments with 2% Dibrom-SG 67 show that these four species of cockroaches are knocked down as rapidly by the mixture when it is 281 days old as on the day of formulation. Cockroaches treated with equal volumes of 2% Dibrom-SG 67 and 29 other toxicant-sorptive dust formulations were knocked down faster in the 2% Dibrom-SG 67 formulation than in any of the other formulations tested. Field evaluation studies with 2% Dibrom-SG 67 show it is highly effective for the control of cockroaches, fleas, ticks, bedbugs and mites in various establishments; fleas on dogs, cats and monkeys; feeding ticks on dogs and spinose ear ticks infesting horses, mules and cattle.



SEKTION XIII

BIOLOGISCHE SCHÄDLINGSBEKÄMPFUNG

ALLGEMEINES

REALISATION ET PROJET DE LA C.I.L.B.  
EN EUROPE, EN AFRIQUE ET AU MOYEN-ORIENT

A. S. BALACHOWSKY et P. GRISON

Manuskript nicht eingelangt

ABSTRACT

1. — Objet et organisation générale

Il est d'abord rappelé les raisons pour lesquelles la lutte biologique a pris un nouvel essor. Le premier inventaire des problèmes de la lutte biologique en Europe continentale a été établi depuis la 2ème guerre mondiale par le Professeur F. Silvestri de Portici dans un vigoureux rapport au Colloque organisé par l'UNESCO au IX<sup>e</sup> Congrès International d'Entomologie de Stockholm en août 1948. Cet inventaire a été confirmé par les délégués de Divers pays représentés au Colloque d'Antibes par la C.I.L.B. les 20—22 Novembre 1956, en ce qui concerne l'utilisation des insectes entomophages. Mais il doit être complété par les perspectives nouvelles de la lutte microbiologique. Ces inventaires peuvent être complétés à présent par les réalisations obtenues en Europe, en Afrique et au Moyen-Orient par les groupes de travail spécialisés de la C.I.L.B.

REALISATION ET PROJET DE LA C.I.L.B.  
EN EUROPE, EN AFRIQUE ET AU MOYEN-ORIENT

A. S. BALACHOWSKY

Manuskript nicht eingelangt

ABSTRACT

2. — Utilisation des insectes entomophages

Il est d'abord rappelle la nécessité de procéder à une étude biocoenotique de la faune entomophage indigène associée à chaque ravageur phytophage pris en considération.

La protection de cette faune entomophage indigène et son utilisation par des élevages permanents et des lâchers périodiques, sont rappelées.

Une attention spéciale est donnée au problème de *Dacus oleae* et des essais en cours avec le parasite *Opus concolor*.

Puis les problèmes relatifs à l'importation et à l'acclimatation des Insectes entomophages exotiques, sont évoqués dans le cadre d'une nécessaire coopération internationale.

Dans tous les cas il y a lieu de prendre en considération les principes fondamentaux suivants:

1. Prospection et études écologiques.
2. Quarantaine.
3. Elevage permanent de l'hôte **phytophage ou des hôtes** de remplacement.
4. Elevage, comportement et expérimentation écologique des parasites.

Enfin, l'ensemble des études relatives aux insectes entomophages nécessite une connaissance rigoureuse de la position systématique et de la biologie des espèces en cause, dont l'étude est confiée au groupe de travail sur la Taxonomie des insectes entomophages qui dispose d'un Centre International d'Identification (Museum d'Histoire Naturelle, Villereuse 7, Genève, Suisse).

3. — Siehe unter 13c — GRISON, P.

4. — Le Dr. Remaudière présentera un rapport sur le fonctionnement des Centres de documentation et de publication de la C.I.L.B.

## DEFINITIONS IN BIOLOGICAL CONTROL

J. M. FRANZ

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,  
Institut für Biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt

The biological method of pest control is certainly the method which depends most of all on international co-operation because natural enemies of pest animals and weeds do not respect political frontiers. It seems necessary, therefore, to define the specific terms of biological control not only clearly, but also so that they can be easily translated. My Californian colleagues Vernon M. Stern, Ray F. Smith, Robert van den Bosch, and Kenneth S. Hagen suggested recently some interesting definitions of terms connected with biological control (1959). This congress offers a good opportunity to discuss possible modifications of these definitions which might appear necessary for better international understanding. Although I believe that some of these definitions should be altered, my suggestions may be less important than the discussion they arouse. At any rate, this seems to me the most profitable way of utilizing the presence of so many outstanding practitioners in this field of research.

On principle, we should try to describe only facts or processes in definitions and not to incorporate explanations. Otherwise it may be that we can not reach agreement on definitions because there is no agreement as to the mechanism of density regulation.

In my scheme (fig. 1), factors causing reduction of populations are of two kinds, (a) natural (biotic or abiotic) limitation factors and (b) artificial control factors i.e. control measures taken by man. These terms are easily translated into French and German. They also get over the difficulty that in English the word "control" has been used with a double meaning (see Milne, 1957, p. 252). Stern et al. in their definition and many forerunners employ the ambiguous term "natural control". It seems better, however, to replace "natural control" by "natural limitation" or "natural reduction" and thereby reserve "control" for human actions of direct control (artificial control). As usual with widely used words both terms, limitation and control, contain elements of action (by nature or by man) and of effect resulting from this action. As shown below, the active element will be more useful in obtaining clear definitions. The meaning of "natural limitation" should be as suggested by Stern et al. (1959) for natural control:

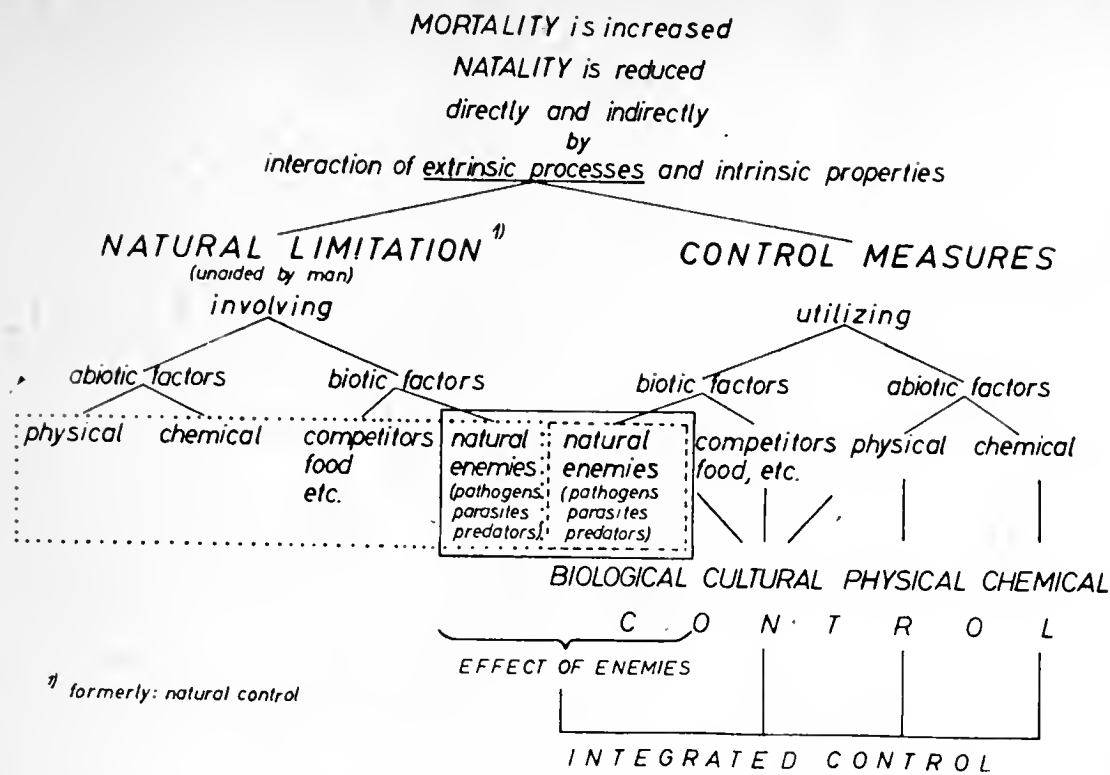


Fig. 1.

"The maintenance of a more or less fluctuating population density within certain definable upper and lower limits over a period of time by the combined actions of abiotic and biotic elements of the environment" (p. 87). When these definable limits within which the density of populations fluctuates are the level of extinction by continuous reduction or the level of mutual suppression through intraspecific competition at the highest densities, this definition of "natural limitation" corresponds also to those given (for natural control) by Thompson (1956) and by Milne (1957).

Natural limitation factors continue to exert their influence during the application of control measures by man except those which are hindered by such measures (as are, for instance, many beneficial insects by certain pesticides). For the sake of simplicity I consider as "abiotic and biotic elements of the environment" such elements which are actually effective in a given environment regardless of whether or not man has unintentionally altered this environment previously. As soon as such alterations in these elements are made with intent, i.e. with the purpose of reducing the number of pest organisms, these actions of man are classified as "control measures".

Proceeding downwards in my scheme (fig. 1), it will be seen that both natural limitation and artificial control measures are further divided into abiotic and biotic factors. The notion of abiotic and biotic factors is widely accepted but it should be noted that these categories are used here in a descriptive sense and not as interpretation of any theory.

The term "biological control", "lutte biologique", "biologische Bekämpfung" has been in use for a long period in the same sense, at least in German and French literature. A definition by Sachtleben (1941), for instance, reads (translated): "Biological control is the utilization of organisms for the active and immediate reduction or suppression of noxious animals and plants" (p. 1). Balachowsky (1951) defines similarly from the limited viewpoint of noxious insects (translated): "One has given the name biological control to methods which consist of destruction of noxious insects by rational utilization of their natural enemies belonging to the animal or the vegetable kingdom (entomophagous fungi)" (p. 137). In English scientific literature, corresponding definitions predominate, a typical example being that of Flanders (1955): "Biological control is a method of preventing the destruction of agricultural crops by pest insects and weeds through the use of the natural enemies (insects and diseases) that attack such pests" (p. 257). These three and many other definitions all agree that biological control is characterized by human activity i.e. by the fact that man does something with those potentially useful organisms ("utilization").

There are essentially two deviations from this widely accepted definition. Firstly that by Sweetman (1936, 1958) who includes in biological control also the application of antibiotic and the use of resistant strains of cultivated plants. Since antibiotics are not living organisms but chemical substances which might be synthesized, and since cultivation of resistant plants is only an indirect form of pest control with organisms, it is better to define biological control in the narrower sense quoted above.

More important is the second modification, occasionally used earlier (Brown, 1931; Clark, 1934) but more exactly formulated recently by Stern et al. (1959). This definition calls biological control "the action of parasites, predators, or pathogens on a host or prey population which produces a lower general equilibrium position than would prevail in the absence of these agents. Biological control is part of natural control . . ." (p. 85). Thus, the principle of density regulation by organisms is called here biological control regardless of whether or not man participates.

This new definition is said to have been stimulated by the desire to explain to farmers that artificially colonized and naturally present enemies of pests do the same thing and follow the same rules in their activities. No doubt it is practical to have a term for the effect of both manipulated and naturally present enemies, as, for instance: "effect of natural enemies". A new definition, however, should get rid of old difficulties and unfortunately the "Californian" definition by Stern et al. seems rather to be creating new difficulties as consideration of the following five points should indicate:

1.) The meaning of a term widely accepted for a long time should not be changed unless it brings about greater clarity.

2.) "Biological control" in the Stern et al. definition cannot be translated in such a way that "control" means the same as in "pest control" or "cultural control", i.e. human action in the fight against undesirable organisms. The necessity for terms that can be translated unambiguously is obvious.

3.) There is no equivalent for the internationally accepted meaning of biological control in the definition by Stern et al. (except, perhaps, the complicated phrase: "biological control effected by manipulated or introduced biotic agents") (p. 86).

4.) There is no expression in this definition for the action of such natural enemies as cause no reduction in the average population density of the host. Most natural enemies, however, seem to belong to this group.

5.) According to the definition by Stern et al. "the important prevailing characteristic of biological control is one of permanent (my italics) population-density regulation" (p. 88). Thus, the result of an action is used for definition. Since the result of biological control actions is or has not been measured in many cases and can only be found out after many years in other cases, the definition includes an additional factor of uncertainty. How should the release of parasites be named before one is able to prove whether or not the host density will be permanently influenced by it? Still more difficulties arise through the use of the word "regulation" in connection with the action of natural enemies. In the paper by Stern et al. the terminology of Nicholson (1954) is used and the new definition seems to mean the implicit acknowledgement of Nicholson's theory on the regulation of density in populations. As it is known that many entomologists have other theories, differing from that of Nicholson, for the same phenomenon, this confounding of definition with causal explanation (on the basis of one particular theory) is highly unsatisfactory.

My suggestion, dictated by practical considerations, is therefore to limit the word "control" = "Bekämpfung" = "lutte" = "lotta" to types of reduction of (mostly harmful) organisms in which man is actively participating. This criterion is clear and the definitions derived from it correspond to terms used previously except



that "natural control" should be replaced by "natural limitation" or a similar term. All terms used in the scheme of fig. 1 are easily translated into other congress languages.

So far as integrated control is concerned, enemies, whether acting with or without human aid, are grouped under one common term, namely effect of natural enemies. This takes into account the fact that both naturally occurring and introduced enemies may be protected and furthered by man in the same way. Integrated pest control is then defined as the integration of the effect of natural enemies with measures of cultural, chemical and/or physical control. This is "integration" in a broader sense than the definition by Stern et al. which indicates only that integrated control "combines and integrates biological and chemical control" (p. 86).

What was said in point (5) of my criticism of the new definition of biological control (see earlier) is equally true of the term "biotic insecticide" suggested by Stern et al. (1959). The so-called "biotic insecticide" is stated to be "a biotic mortality agent applied to suppress a local insect population temporarily" (p. 86). Pathogens as well as some beneficial insects are grouped under the term "biotic insecticides". Here again one should recognise the superiority of definitions that are factual rather than theoretical. How can one know without long special studies whether artificially distributed viruses or released parasites are acting only locally or temporarily and not for some longer time or on a wider range? Work with beneficial organisms proves that all stages can exist between temporary effect (which is, in fact, somewhat similar to that of chemical control), more extended influence, and real permanency. Moreover, the application of chemicals<sup>1</sup> has caused genuine permanent effects (for instance the replacement of one mosquito species by another after use of DDT in Sardinia (Aitken & Trapido, 1960). This again suggests that it is futile to use the duration of the result of an action as the basis of definition. The method of the action itself must be used as the basis. When we utilize organisms, we are practising biological control, and when we utilize chemicals or physical methods, we are practising chemical or physical control.

Finally, a suggestion might be brought forward as to the term "microbial control" = "mikrobiologische Bekämpfung" = "lutte microbiologique". Should this not designate a control method in which "microbes" are used and which is prepared by microbiologists? If this is so, "microbial control" should preferably be reserved for the utilization of organisms (including viruses) which are unicellular or non-cellular or which are applied in an unicellular condition (spores of entomogenous fungi). Then, nematodes and mites are excluded from being agents of microbial control. This is confirmed by normal usage since no one groups nematologists or acarologists along with microbiologists.

In conclusion, I would stress the suggestion that we should be led not by fundamental but by pragmatic considerations when coining definitions for use in practical life.

Acknowledgements: I am much obliged to Drs. C. A. Fleschner (Riverside), R. F. Morris (Fredericton), A. Milne (Newcastle upon Tyne), and M. E. Solomon (Slough) for their helpful criticism of the draught.

## REFERENCES

- AITKEN, T. H. G. and TRAPIDO, H.: Replacement phenomenon observed amongst Sardinian anopheline mosquitoes following eradication measures (1). — Proc. 8. Techn. Meet. Int. Union Prot. Nat. (Warsaw-Cracow, 1960) (mimeograph.). — BALACHOWSKY, A. S.: La lutte contre les insectes. — Payot, Paris, 380 pp., 1951. — BROWN, R. C.: Biological control in nature. — U.S. Dept. Agric., Circ. 176, 1931. — CLARK, C. A.: Biological control, a phase in natural control. — U.S. Dept. Agric., Techn. Bull. 455, 1934. — FLANDERS, S. E.:

<sup>1</sup> The word "insecticide" without qualification is generally applied in the sense of "chemical insecticide". Also for this reason use of the term "biotic insecticide" cannot be recommended.

The organization of biological control and its historical development. — Med. Landbouw-Hogeschool en de Opzoekings-Stations van de Staat te Gent, 20, 257—270, 1955. — MILNE, A.: Theories of natural control of insect populations. — Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biol., 22, 253—271, 1957. — NICHOLSON, A. J.: An outline of the dynamics of animal populations. — Austr. J. Zool., 2, 9—65, 1954. — SACHTLEBEN, H.: Biologische Bekämpfungsmaßnahmen. — Handbuch d. Pflanzenkrankh., VI (II), 1—120, P. Parey, Berlin, 1941. — STERN, V. M., SMITH, R. F., BOSCH, R. van den and HAGEN, K. S.: The integrated control concept. — Hilgardia, Berkeley, 29, 81—101, 1959. — SWEETMAN, H. L.: The biological control of insects. — Comstock Publ. Comp., Inc., Ithaca-New York, 461 pp., 1936. — SWEETMAN, H. L.: The principles of biological control. — Wm. C. Brown Comp., Dubuque, Iowa, 560 pp., 1958. — THOMPSON, W. R.: The fundamental theory of natural and biological control. — Ann. Rev. Entom., 1, 379—402, 1956.

## DISCUSSION

PAUL DeBACH: Dr. Franz' proposed new definitions on biological control are very similar to ones used for many years in California and elsewhere and which were found to be ambiguous and confusing. Therefore Stern et al. (1959) proposed new definitions, which were approved by many workers in California following a year or more of meetings and correspondence. Agreement on definitions is difficult and time consuming but eventually worthwhile. I propose that Dr. Franz' suggestions be studied by an international committee.

J. M. FRANZ: I agree with Dr. deBach, that this complicated problem cannot be solved in our discussion here. The following points should be stressed:

- 1) The immigration of an imported natural enemy from one political region (state or so) to another one does not influence terminology. The effect of the enemy in all regions, in which it immigrates, is always caused by biological control (in this case of importation and colonization of the species concerned).

- 2) When two species of parasites or predators are attacking one host on the same host plant, one of them being native and the other being imported, I would (according to definition) not say that one makes natural and the other makes biological control; instead, we should say, that natural limitation and biological control both contribute and cause a certain and measurable effect of (different) natural enemies.

- 3) To make a term easily to be translated, is in itself an important contribution to international co-operation in biological control work.

K. GÖSSWALD: Die Bestrebungen einer Definition sind sehr verdienstvoll. Der Einsatz der Waldameisen stellt eine Besonderheit dar; ich schlage vor, in diesem Fall von „biologischer Vorbeugung“ zu sprechen. Eine Besonderheit besteht zunächst darin, daß die Waldameisen durch den Menschen unnatürlich ausgerottet worden sind und als natürlicher Faktor nach der künstlichen Wiedervermehrung ständig weiter wirken; denn die Kolonien der kleinen Roten Waldameise sind wegen ihrer Möglichkeit, sich zu verjüngen, ständig wirksam. Auch die wirtschaftlichen Überlegungen sind hier ganz anders: für einen solchen fortdauernd weiter wirkenden biologischen Faktor kann man mehr aufwenden, als für vorübergehend wirksame natürliche Nutznießer von Schädlingen.

Zur Erwiderung auf den Einwand von Herrn Kollegen Franz, auch im Fall *Novius cardinalis* sei ein Dauererfolg erzielt worden, sei ergänzend bemerkt, daß die Waldameisen in der Lage sind, nicht nur auf bestimmte Schadinsekten einzuwirken, sondern die Gesamtbiozönose vorbeugend zu regulieren. Hierzu kommt die Bedeutung der Roten Waldameise zur Bodenverbesserung sowie zur Pflanzenanreicherung. Damit ist also tatsächlich ein Sonderfall gegeben.

FRANZ: I admit, that the red forest ant of the *Formica rufa*-group has some particular qualities, for instance that it has been eradicated by man in many areas and that its recolonization needs special conditions because this predator is a social insect. On the other hand, the case of the colonization (human activity) of the species concerned and the duration of its effect under suitable conditions is quite a usual case in biological control. Also the fact that this predator affects more than one prey species and may even have some influence on plants does not warrant to create a special terminology for the work with and the effect of *Formica rufa*. Thus, the expression „biologische Vorbeugung“ used by Dr. Gösswald is considered to be (a) synonymous with „effect of enemies“ given in my scheme and (b) caused by biological control as defined above.

P. A. VAN DER LAAN: The nomenclatory difficulty is, that sometimes successful biological control is started by man, but the result is a „Natural Regulation“.

# APPROACHES TO BIOLOGICAL CONTROL BY THE ENTOMOLOGY RESEARCH DIVISION OF THE U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE

C. H. HOFFMANN

Entomology Research Division, Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture

Biological control is the control of an animal or plant through the action of other living organisms. For many years emphasis has been placed on the use of parasites and predators to control pests that are deleterious to man's food resources and his health. We need to take a good look at the record to determine why so many introductions of beneficial insects and pathogens have failed or have been only partially successful while others have been fantastically successful.

**Parasites and Predators.** The United States Department of Agriculture and certain State agencies, notably California, have introduced about 390 species into this country. Most of them came from Europe, though considerable numbers were from South Africa and Japan. About one-fourth of the introduced species became established, but only a few of them brought the pest species below economic levels (Clausen 1956).

The citrus blackfly (*Aleurocanthus woglumi* Ashby), which nearly ruined the citrus industry in Mexico and imperiled our own, has been brought under control with parasites. The failure of *Eretmocerus serius* Silv., which Clausen introduced and successfully colonized in Cuba in 1930, to control a damaging blackfly infestation in Mexico by 1943 made it necessary to search Asia again for more effective species. Four additional parasites are now established in Mexico and furnish excellent control (Smith 1958). A significant part of this campaign was the colonization program.

Attempts to increase the control of apple pests by the use of selective pesticides that are relatively harmless to their natural enemies were unsuccessful, owing mainly to the scarcity and inefficiency of the beneficial species (Clancy 1957).

Of 26 species of parasites introduced against the oriental fruit moth (*Grapholitha molesta* [Büsck]), none became sufficiently well established to assist in control. This failure is attributed to the absence of acceptable alternate hosts (Allen, Holloway, and Haeussler 1940). Fortunately, the fruit moth larvae are heavily attacked by native parasites, of which *Macrocentrus ancylivorus* Roh. is the most important. This species was reared and widely distributed with generally good results. Another favorable finding was that liberation of three to six females per tree against the first and second broods of twig-infesting larvae reduced fruit injury in eastern peach orchards in the same season by about 50 percent (Allen 1958).

Imported parasites and native disease organisms have complemented each other to control destructive populations of the Japanese beetle (*Popillia japonica* New.). A million and a half parasites, representing 34 species, have been imported from the Far East. Of five species that have become established, *Tiphia vernalis* Roh. is the most effective and widely distributed, sometimes parasitizing over 60 percent of the Japanese beetle grubs (Fleming 1958). *Tiphia* adults feed almost exclusively on honeydew or nectar, and where these foods are plentiful parasitization of the grubs is high.

More than three million parasites of the European corn borer (*Pyrausta nubilalis* [Hbn.]) have been imported from Europe and the Orient, and together with equal numbers reared in this country have been released for control purposes. Of 24 species imported and colonized, six have become established. The parasitization has ranged from 25 to 50 percent.

A recent study in North Carolina was aimed at controlling larvae of the tobacco and tomato hornworms (*Protoparce sexta* [Johan.] and *quinquemaculata* [Haw.]) on flue-cured tobacco by *Polistes* wasps. The wasps, provided with shelters that protected their nests



and brood from larger predators, increased in abundance and reduced moderate hornworm infestations to noneconomic levels.

Studies on parasites and predators have been largely of an empirical nature. Since many of our pests are of foreign origin, most efforts have consisted of surveys to locate and collect species in their native homes. Sometimes they have been mass-reared, but often they have been screened to exclude any secondary parasites and released. If a species became established, an effort was usually made to disseminate it throughout the area occupied by its host. Occasionally an attempt has been made to evaluate the economic benefits attributable to a successful introduction, but rarely has anyone tried to explain why a promising parasite or predator failed to become established.

It is obvious that future studies must place more stress on the complete environment. Only a knowledge of all the ecological requirements of both pest and parasite populations in their native and new environments will enable us to determine why an attempt to control a pest by biological means ends in success or failure. In certain environments it may be necessary to consider a complex of beneficial species.

Host continuity and density, the degree of synchronization in the life histories of parasite and host, availability of alternate hosts, host distribution, host-parasite interaction, and searching ability of the parasite or predator in the new environment are among the many important biotic factors. Undoubtedly some introductions have failed because of hyperparasitism.

Methods of introduction and colonization can strongly influence the success of a biological-control program. With widely varying seasonal and geographic conditions in both the countries of origin and destination, the chances for establishment of beneficial species may well depend upon repeated colonization trials in diverse environments and through different seasons with material from different sources. The need for an effective colonization program has been emphasized by Clausen (1956).

There have been few studies of the continued mass releases of beneficial insects. Tests should be conducted in large outdoor cages containing different ratios of the beneficial insects to different injurious insects. If any prove successful under these controlled conditions, steps can be taken to develop means of mass rearing both the hosts and parasites.

**Insect Pathogens.** The milky-disease bacteria *Bacillus popilliae* Dutky and *lenticuliformis* Dutky have been used advantageously to control the Japanese beetle. Grubs, pupae, and adults are subject to infection. Research provided a method of making the organisms available for use in a spore dust. These bacteria are now widely distributed in the eastern United States and are believed to have an important role in holding the beetle population to a fairly low level (Fleming 1958).

Recently excellent control of tobacco hornworms has been obtained in the Carolinas with sprays containing the bacterium *Bacillus thuringiensis* Berliner. In some tests this spray was as effective as endrin, an insecticide commonly used for hornworm control.

Experiments with spores of the fungus *Beauveria* sp. mixed with sterilized dry cornmeal gave 91 percent mortality of first-generation European corn borers. The effectiveness of *Beauveria* in controlling the borer is apparently associated with an area of free water found in the whorl of young corn plants, even in dry weather, at the time of infestation by the first brood.

Epizootics of polyhedrosis virus disease can be initiated in populations of the Great Basin tent caterpillar (*Malacosoma fragile* Stretch.) by aerial applications of virus sprays. Polyhedrosis viruses have also been found effective against the cabbage looper (*Trichoplusia ni* [Hbn.]) and several species of sawflies.

Considerable work has been done with a nematode-bacteria disease complex which, in tests under ideal conditions in apple orchards, killed about 60 percent of the larvae of the codling moth (*Carpocapsa pomonella* [L.]) (Dutky 1959).



A pioneering laboratory has been established in our Entomology Research Division to conduct basic research on insect pathogens. Lines of investigation include methods of propagation of pathogens and their cultural requirements, methods of separating and purifying the agents, and factors governing infection and spread of disease under laboratory and field conditions.

New methods of introducing diseases into insect populations should be developed. They might well include mass liberations of diseased or contaminated adults, strip or spot spraying of pathogens, and the adoption of cultural practices that favor insect diseases. Further emphasis is needed on the integration of microbial and chemical control.

An endeavor should be made to mass-rear pathogens and evaluate their overall effectiveness after periodic releases under different environmental conditions. Such studies will require the economical production of artificial rearing media, and also tissue culture methods for propagation. The possibility of combining several pathogens for the control of pests on a single crop should not be overlooked, especially if they do not adversely affect insect parasites and predators.

**Insect Enemies of Weeds.** An outstanding example of the use of insects to control weeds in the United States was the importation from Australia and Europe of several insects to destroy the Klamath weed. As a result of biological studies, in which special attention was given to the synchronization of two species of *Chrysolina* beetles with the introduced weed, it was possible to establish these beetles in California. Subsequently they were readily redistributed to other States (Holloway and Huffaker 1952).

Pests of weeds in foreign countries should be studied to determine the stages of insects that are most effective in killing or retarding the growth of the plant. Our Division recently imported from France the cinnabar moth (*Tyria jacobaeae* L.) against tansy ragwort in California. Other weeds being studied in Europe are puncture vine, Scotch broom, Dalmatian toadflax, thistles, and Mediterranean sage.

**Plant Resistance to Insect Attack.** This biological approach to insect control requires years of patient study, but when successful it is of long-lasting value. Currently our Division has cooperative studies under way to develop varieties of crops resistant to various insects, including alfalfa to the spotted alfalfa aphid (*Therioaphis maculata* [Buckton]), corn to the European corn borer and corn earworm (*Heliothis zea* [Boddie]), and wheat to the greenbug (*Toxoptera graminum* [Rond.]) and wheat stem sawfly (*Cephus cinctus* Nort.). Some outstanding resistant hybrids have already been released to growers.

The time required to test varieties has been greatly shortened by the development of techniques to rear large numbers of insects for use in running thousands of small-cage tests in the greenhouse prior to field trials.

**Radiation.** An entirely new approach to insect control involves the so-called sterile-male technique, which has been proven practicable against the screw-worm fly (*Callitroga hominivorax* [Cqrl.]) (Knipling 1957). The technique is based on the fact that male screw-worm flies, sterilized by exposure of the pupae to irradiation from a cobalt-60 source, mate in a normal manner with native females but the progeny are infertile. Therefore, by rearing and distributing large numbers of sterile insects over a period of time, it is possible to overwhelm the native populations and bring about elimination of the species. This outstanding research led to a Federal-State program that eradicated the screw-worm from the southeastern United States.

The success of the screw-worm eradication program should stimulate research to determine the usefulness of this technique in controlling other insects. It requires a vast amount of basic research on nutrition to develop an economical and balanced diet for mass production of the insects, methods and devices for mass release of sterilized insects, and survey methods to measure the effectiveness of releases.

**Overall Biological-Control Needs.** There will be an increasing need for highly trained entomologists, taxonomists, insect pathologists, geneticists, chemists, and other specialized personnel to conduct the basic and applied research required to carry out some of the suggested new approaches to biological control. All biological-control specialists must work closely with economic entomologists if rapid progress is to be made. The true worth of biological-control organisms cannot be evaluated until there is proper recognition of their possibilities and ample funds are provided for personnel and modern facilities to carry out complex research.

A number of biological-control projects can be sponsored by the U. S. Department of Agriculture in foreign countries, as authorized under Public Law 480. Such research is financed with foreign currencies received from the sale of surplus agricultural commodities abroad. A primary prerequisite in the selection of projects is that they will benefit American agriculture and forestry. This appears to be an excellent opportunity for the conduct of research in biological control in a number of countries where funds are available and there are capable personnel and adequate facilities.

**Summary.** A number of studies on the biological control of economic insects in the United States are discussed, and some of the reasons for success or failure are pointed out. Recent research on parasites and predators, insect pathogens, insect enemies of weeds, plant resistance to insect attack, and radiation is reported. Experience shows the many gaps in information on each of these methods and the need to undertake much basic research and new approaches to increase the chance of future successes. The U. S. Department of Agriculture can use funds authorized by Public Law 480 for the conduct of biological-control studies in certain foreign countries.

#### REFERENCES

- ALLEN, H. W. 1958. The oriental fruit moth. — U.S. Dept. Agr. Inform. Bull. 182. — ALLEN, H. W., J. K. HOLLOWAY, and G. J. HAEUSSLER. 1940. Importation, rearing and colonization of parasites of the oriental fruit moth. — U.S. Dept. Agr. Cir. 561, 62 pp. — CLANCY, D. W. 1957. Effects of spray practices on apple pests and their natural enemies in West Virginia. — Presented at the Cumberland-Shenandoah Fruit Workers' Conference, Nov. 14—15, 1957. — CLAUSEN, C. P. 1956. Biological control of fruit flies. — Jour. Econ. Ent. 49 (2): 176—178. — CLAUSEN, C. P. 1956. Biological control of insect pests in the continental United States. — U.S. Dept. Agr. Tech. Bull. 1139, 151 pp. — DUTKY, S. R. 1959. Insect Microbiology. — In UMBREIT, W. W., *Advances in Applied Microbiology*, Vol. 1, pp. 175—200. Academic Press, New York. — FLEMING, W. E. 1958. Biological control of the Japanese beetle, especially with entomogenous diseases. — Proc. 10th Intern. Cong. Ent. (1956) 3: 115—125. — HOLLOWAY, J. K., and C. B. HUFFAKER. 1952. Insects to control a weed. — U.S. Dept. Agr. Yearbook, Insects, pp. 135—140. — KNIPLING, E. F. 1957. Control of screw-worm fly by atomic radiation. — Sci. Monthly 85 (4): 195—202. — SMITH, H. D. 1958. Las interrelaciones de los enemigos naturales de la mosca prieta de los citricos en Mexico. — Fitofilo 11 (21): 31—36.

## DER DOKUMENTATIONSDIENST DER C.I.L.B.

J. M. FRANZ

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,  
Institut für Biologische Schädlingsbekämpfung, Darmstadt

Der Dokumentationsdienst der Internationalen Kommission für Biologische Bekämpfung von Pflanzenschädlingen (C.I.L.B.) versucht, die weit verstreute Fachliteratur dieses Arbeitsgebietes zusammenzufassen und dadurch allen Wissenschaftlern, die auf diesem Sektor tätig sind, den Überblick zu erleichtern. Die Aufgaben des Dokumentationsdienstes gehen also weit über den Rahmen der Mitgliedsländer der C.I.L.B. hinaus.

Da unsere Kommission über keine dauernd angestellten Mitarbeiter, also auch nicht über bibliothekarische Fachkräfte verfügt, haben wir uns auf eine laufende Titeltzusammenstellung beschränkt und das bearbeitete Gesamtgebiet unterteilt. Titel in den fünf Kongreß-Sprachen (Deutsch, Englisch, Französisch, Italienisch, Spanisch) bleiben unverändert. Anderssprachige Arbeiten erhalten entweder den vom Autor in der Zusammenfassung gewählten Titel, falls dieser in einer Kongreß-Sprache abgefaßt ist; sonst wird der Originaltitel übersetzt bzw. den Referierzeitschriften entnommen. Cyrillische Buchstaben werden nach den internationalen Regeln (kontinentales System) transliteriert. Die Beiträge erscheinen alljährlich in der Zeitschrift „Entomophaga“.

## I.

Die Bibliographie der Arbeiten über die Systematik entomophager Insekten wird von Herrn Dr. Delucchi mit Unterstützung des Internationalen Bestimmungsdienstes für Entomophagen in Genf zusammengestellt. Bisher sind vier Fortsetzungen erschienen (Entomophaga 2, 161—172, 1957; *ibid.* 4, 57—73, 1959; *ibid.* 4, 345—356, 1959; *ibid.* 6, 69—75, 1961). Die Zitate werden getrennt nach Parasiten und Prädatoren aufgeführt und innerhalb dieser Gruppe nach Ordnungen, Überfamilien und Familien untergliedert.

Bei der Aufstellung der Liste werden nur diejenigen Publikationen berücksichtigt, die entweder neue Gattungs- und Spezies-Beschreibung oder Bestimmungstabellen enthalten. Um die Liste nicht zu sehr anwachsen zu lassen, können leider Arbeiten über geographische Verbreitung oder Wirtsverzeichnisse nicht aufgenommen werden. Zukünftig werden ferner nur solche Entomophagengruppen mit einbegriffen, die vorwiegend wirtschaftlich wichtige Vertreter haben.

## II.

Die Bibliographie der Arbeiten über die Grundlagen und Anwendungsformen der biologischen Bekämpfung von Arthropoden und Unkräutern wird von mir mit Unterstützung einiger Kollegen im Ausland, die mir Titellisten schicken, zusammengestellt. Bisher sind 6 Fortsetzungen erschienen (Entomophaga 1, 107—112, 1956; *ibid.* 2, 293—311, 1957; *ibid.* 3, 333—364, 1958; *ibid.* 4, 315—343, 1959; *ibid.* 5, 295—335, 1960; *ibid.* 6, 277—329, 1961). Der Umfang hat von Jahr zu Jahr zugenommen und umfaßte im letzten Beitrag über 900 Titel. Die Unterteilung der Bibliographie in folgende Abschnitte zeigt zugleich den hierbei erfaßten Bereich der Literatur.

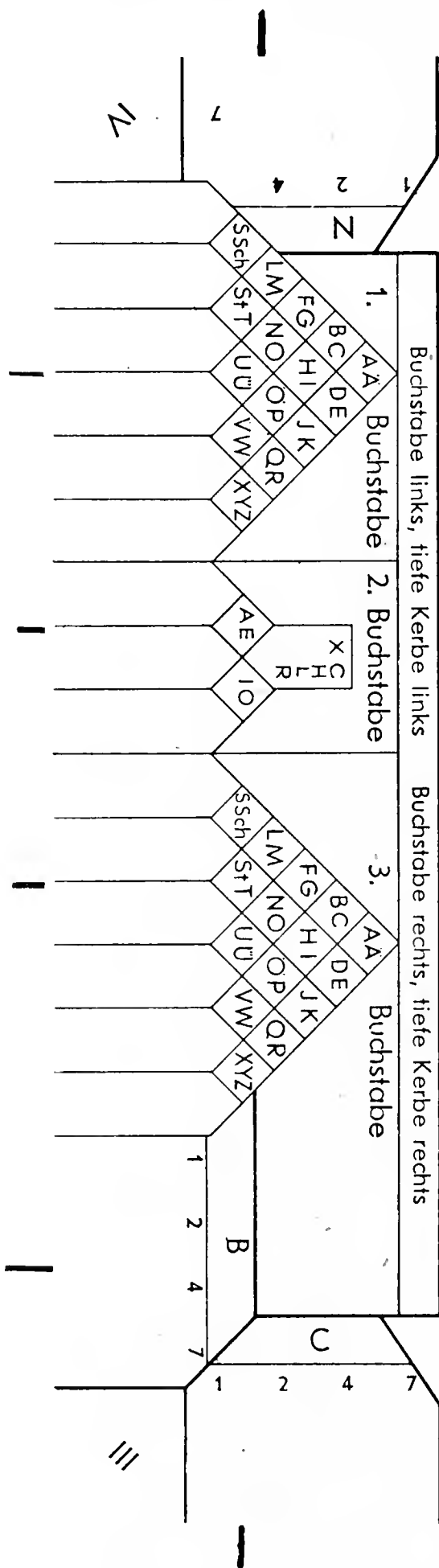
1. Allgemeine Arbeiten über das Gesamtgebiet der biologischen Bekämpfung.
2. Grundlagenarbeiten über Biologie, Ökologie und Verbreitung entomophager Arthropoden, mit besonderer Berücksichtigung einer möglichen Verwendung der behandelten Entomophagen bei der biologischen Bekämpfung von Schadarthropoden. Es wird also hier bewußt aus der Fülle der Literatur eine Auswahl getroffen.
3. Verwendung entomophager Arthropoden zur eigentlichen biologischen Bekämpfung, einschließlich der Erfolgskontrolle. Arbeiten, die unter Nr. 2 und 3 fallen, werden hier aufgeführt.
4. Grundlagenarbeiten über Insektenkrankheiten und ihre Erreger. In diesem Abschnitt soll die gesamte Literatur über Insektenpathologie erfaßt werden, allerdings ohne bei Krankheiten der Bienen und Seidenraupen Vollständigkeit anzustreben.
5. Verwendung von Mikroorganismen zur Bekämpfung von Schadarthropoden. Nicht mit angeführt werden Arbeiten über Antibiotika, dagegen werden Viren (nicht aber Nematoden und Milben!) zu den Mikroorganismen gerechnet.

Menschliche  
Einwirkungen  
auf Nutz-  
arthropoden

Geschädig  
Substrat

Drei  
erste  
Buchstaben  
des  
Ver-  
fasser-  
Namens

Typ der  
biolog.  
Bekämpfung



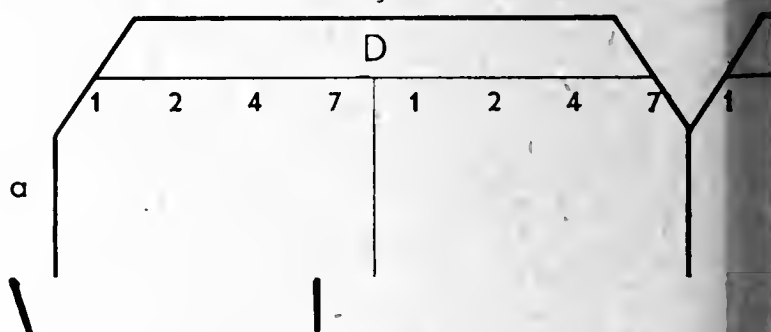
Kombinationen  
mit anderen  
Bekämpfungs-  
verfahren

Zitat:

Schlüssel:

A \_\_\_\_\_  
C \_\_\_\_\_  
E \_\_\_\_\_  
G \_\_\_\_\_  
I \_\_\_\_\_  
L \_\_\_\_\_  
N \_\_\_\_\_

EKAHA-Randlochkartei • Biologische Bundesanstalt für Land- und For



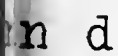
Grundlagen-  
fragen

Verfrachtung



## 55

!



Art der  
Publikation

Erfolg der  
biolog.  
Bekämpfung

Nutz-  
orga-  
nismus

(Krankheits-  
erreg<sup>e</sup>rer,  
Prädator,  
Parasit)

spezielle  
Technik

# Einzelheiten über Nutz- organismen

## 6. Verschiedene Arthropodenfeinde:

- a) Wirbeltiere,
- b) Wirbellose außer Arthropoden,
- c) Gemeinsame Wirkung von Mikroorganismen und Metazoen, z. B. von Viren und entomophagen Insekten.

In diesen kleinen Gruppen wird die Literatur über Grundlagenarbeiten und über praktische Anwendung zusammen angeführt.

## 7. Biologische Bekämpfung von Unkräutern.

8. Integration der Wirkung natürlicher Arthropodenfeinde mit Maßnahmen der kulturellen, physikalischen oder chemischen Bekämpfung. Hier werden zwei Gruppen von Arbeiten referiert: Solche, die (potentiell) nützliche Arthropoden durch andere, meist technische Methoden der Schädlingsbekämpfung schonen und fördern, und solche, die eine kombinierte Verwendung von Nutzorganismen (z. B. entomophagen Pilzen) und technischen Bekämpfungsverfahren (z. B. Ausstreuen von Kontaktinsektiziden) zeigen. Nicht erwähnt werden Arbeiten, welche nur über die Verluste der Entomophagen durch technische Verfahren berichten, ohne zugleich Wege zu weisen, wie sich solche Verluste vermeiden lassen. Erst hiermit beginnt eine „integrierte Bekämpfung“.

### III.

Es mag von Interesse sein, gleichzeitig mitzuteilen, wie das am Institut für biologische Schädlingsbekämpfung in Darmstadt einlaufende Material an Separaten und Titeln bibliographisch erfaßt wird. Hierzu bedienen wir uns einer Randlochkartei, deren Karten eigens für diesen Zweck entworfen worden sind. Die Abb. 1 zeigt die Gliederung unserer Randlochkarte. Ihr Vorteil ist vor allem, daß 12 verschiedene Sachverhalte und der Autorenname mit seinen drei ersten Buchstaben auf einer Karte festgehalten werden. Die Lochung nach dem bekannten 1-2-4-7 Schlüssel erlaubt bei den großen Sachgebieten („Nutzorganismus“ = Räuber, Parasit oder Krankheitserreger; „Schädling“ = Wirt oder Beutetier; „Geschädigtes Substrat“ = Nährpflanze oder Nährsubstrat für „Schädling“) je 1000 Nummern zu vergeben. Für jedes der mit großen Buchstaben bezeichneten 12 Sachgebiete muß natürlich ein Schlüssel ausgearbeitet werden, der sich später ergänzen, aber nicht mehr grundsätzlich ändern läßt. Durch Lochen der entsprechenden Nummern ist es möglich, mit wenigen Handgriffen die gesuchten Nummern aus großen Kartenstößen auszusortieren.

Das Prinzip des Verfahrens der Randlochkarten ist heute so bekannt, daß ich mir eine Schilderung hier ersparen kann. Erwähnt sei lediglich, daß wir auf die Rückseite jeder Karte eine kurze Inhaltsangabe schreiben. Außerdem vermerken wir, wo die betreffende Arbeit erreichbar ist. Bei der Zusammenstellung der Bibliographie über biologische Bekämpfung und bei den laufenden Arbeiten des Institutes über die verschiedensten Teilgebiete der biologischen Bekämpfung hat sich die geschilderte Randlochkartei in den letzten 9 Jahren sehr bewährt.

### IV.

Die oben erwähnte, alljährlich erscheinende Bibliographie der C. I. L. B. ist leider weder in ihrem systematischen noch in ihrem biologisch-ökologischen Teil vollständig. Jede Mithilfe durch Zusendung von Separaten und Titellisten wird daher dankbar begrüßt. In diesem Jahr wird der biologisch-ökologische Teil erstmalig durch einen Index der Beute- und Wirtstiere bereichert und dadurch wohl leichter auswertbar als bisher. — Besonders groß sind die Lücken bei der russischen und chinesischen Literatur.

Hier erscheint mir folgende Lösung zweckmäßig: Schaffung einer von russischen Fachkollegen herausgegebenen Bibliographie gleicher Art, die sich auf die Veröffentlichungen aus östlichen Ländern spezialisiert. Diese müßte auch in einer transliterierten „westlichen“ Ausgabe herauskommen, in der lateinische Schriftzeichen benutzt und die Titel der Arbeiten in eine Kongreß-Sprache übersetzt werden. Eine solche Aufgabe könnte z. B. von einer der C.I.L.B. entsprechenden Organisation für die östlichen Länder übernommen werden. Unsere Kommission ist hierbei zu jeder Hilfe bereit, um sicherzustellen, daß jedes Jahr allen Fachkollegen wirklich umfassend die neuesten Literaturangaben aus dem immer mehr anwachsenden Gebiet der biologischen Schädlingsbekämpfung geordnet und übersichtlich zur Verfügung stehen. Hoffen wir, daß weder Sprachgrenzen noch politische Grenzen diese weltweite Zusammenarbeit auf die Dauer verhindern.

## INDUSTRIAL DEVELOPMENT OF BIOLOGICAL CONTROL IN THE UNITED STATES

JOHN D. BRIGGS

Bioferm Corporation Wasco, California

THE INDUSTRIAL INSECT PATHOLOGY LABORATORY

During the four years which have elapsed since the Xth International Congress of Entomology, Insect Pathology as a discipline has significantly affected those members of American industry employing fermentation processes to produce biologically active principles. Successful research programs conducted by universities and government facilities in the United States, Canada, Germany, France, and Czechoslovakia have encouraged companies with foresight to expand staff and facilities, resulting to date in the successful development of an insect pathogen available on the world market as the active ingredient of a product for the control of specific insect pests. This biological control agent, *Bacillus thuringiensis*, is only the first of a series to be manufactured in the United States by fermentation, others representing additional groups of insect pathogens will be available in the future.

The significance and far reaching implications of an industrial development providing experimental and large quantities of materials for biological control is rivaled only by the strides afforded chemical control of insects by the insecticide industry.

As a result of the efforts of one company, two significant steps have been made in the field of microbial control in the United States:

I. Official recognition by the government of the United States of the safety of a microorganism commercially produced by fermentation for insect control, namely, *Bacillus thuringiensis* spore powder manufactured by Bioferm Corporation, exempting residues of this microbial insecticide from a tolerance on specific crops. Official proclamation by the Federal Food and Drug Administration was published in the Federal Register of April 14, 1960. The final declaration by the Food and Drug Administration was preceded some fifteen months by a temporary exemption of the residues from a tolerance on food crops, enabling wide scale testing of the microbial insecticide.

II. Registration of *Bacillus thuringiensis* by the United States Department of Agriculture for use against particular insect pests on specified crops. Registration was

granted to a product containing *Bacillus thuringiensis*, trademark THURICIDE, following the decision of the Food and Drug Administration on an exemption of residues from a tolerance. The decision to grant registration depends on satisfaction of the United States Department of Agriculture concerning the usefulness of the product based on performance in the field.

The Insect Pathology Laboratory functions within the framework of a Research Division of a modern corporation in the fermentation industry. An industrial laboratory should be, and in fact is in one case, a laboratory of Insect Pathology in the broadest sense. It is an inter-disciplinary facility for cooperative efforts of Entomology, Microbiology, and Biochemistry. My experience during the past eighteen months has demonstrated the utility of this organization, for example: (a) The etiological agent of an insect disease may be exceedingly demanding for proper nutrition on artificial media. The microbiologist's specialized efforts are of paramount importance here, for artificial culture is necessary if the industry is to utilize its facilities for production of the potential microbial insecticide; (b) Through efforts of the biochemist, information is available on the active principle, be it the microorganism and/or a toxic product of the microorganism, its mode and site of action, stability and chemical-physical properties permitting successful harvesting and formulation of the microbial insecticide so that it is effective. Working together, the Insect Pathologist, Microbiologist, and Biochemist are best able to recognize and seek the solutions to these problems.

A quantitative measure of the effectiveness of a biological product is absolutely essential. Pioneering efforts in the laboratory of Dr. Grison in France indicate the establishment of new standards for the evaluation of microbial insecticides. Quantitative biological assays are indeed the key, in insect pathology and microbial control, to an understanding, not only of a particular pathogen with commercial possibilities, but also the inter-relationship between pathogens in pathogenesis, potentiation by abiotic factors and a tool for resistance and immunological investigations. If the industrial laboratory made no other contribution to its discipline, the unavoidable development of biological assays would make its existence purposeful in insect pathology.

As an intra-company coordination group, the industrial Insect Pathology Laboratory serves to bring to the attention of management, advances made by other groups in microbial control which indicate product potential. Field testing of pathogens under investigation, particularly in co-operation with universities and public agencies, climax each step in development. It is the responsibility of the Insect Pathologist in the industrial laboratory to aid in evaluation of these field studies, thus contributing to decisions for discontinuance, further development or production of the biological control material.

Taking its place among Insect Pathology laboratories throughout the world, the industrial group can be expected and is able to contribute significantly to a better understanding of insect microbiology. All of us have been handicapped at one time or another by inadequate quantities of a promising pathogen for extended laboratory or small field study. We need not be faced with this obstacle in the future. We have seen today (referring to the pictures shown earlier) that a pilot plant, production facilities and a cooperating laboratory exists which make the availability of pathogens in large quantities a reality. For pathogens in all stages of development, an unending number of basic problems arise, the solution of these will measure the success of microbial control attempts.

For example:

- The development and influence upon insect pathogens of large scale production techniques, either on artificial media or in tissue culture;
- The proper recovery or harvesting of the active principle;



- Formulation of the pathogen to insure maximum effectiveness and stability on storage under different climatic conditions;
- Proper application of the pathogen to a crop by conventional or new methods;
- The effect of mass distribution of the pathogens, not only on the object of a treatment, but on the total environment subject to treatment;
- Conversely, the effect of the total environment on the pathogen;
- Evaluation of the relative position of the microbial control measure: will it replace, be competitive or complement other control measures;
- Education of the farmer, to insure proper use and evaluation of a microbial product.

The answers to these and many similar questions cannot be found at the bench or in the square meter experimental plot, they must be sought on a practical scale in the field. To this end, therefore, a close cooperative effort between national and international government agencies, universities, research institutes, and a properly oriented industry is essential to be most economical and effective.

### DISCUSSION

1. QUESTION: Species of pest insects for which Thuricide is registered?

ANSWER: *Pieris rapae*, *Trichoplusia ni*, *Plutella maculipennis* on crucifers (broccoli, cabbage, cauliflower), lettuce (*Lactuca*), celery (*Apium*) and potatoes (*Solanum*).

2. QUESTION: Other pathogens soon to be available?

ANSWER: All insect pathogens that are able to be cultivated on artificial media may be considered candidates for eventual availability. Certainly those possessing a resistant form offering flexibility in formulations will be receiving priority in Research and Development studies.

3. QUESTION: What is the speed of action of Thuricide?

ANSWER: An important question from the standpoint of the user. Activity of Thuricide against lepidopterous larvae is evident shortly following ingestion of treated foliage as a cessation of feeding by the larvae. Death of the larvae can be observed in one to three days following treatment of the crop in question.

4. QUESTION: What application may be made to forest insects, and are there not dangers of side effects from wide spread use of *Bacillus thuringiensis*?

ANSWER: Large scale field tests have recently been concluded by the United States and Canadian governments. Tests against Gypsy moth in the Northeastern United States are still to be evaluated. The results of Canadian government studies are as yet not available, however, Dr. Cameron of the Institute of Insect Pathology is present, and I would prefer to have him speak for the Canadian government. (Dr. Cameron said results were not yet available.) As far as dangerous side effects are concerned, I would caution against indiscriminate use of any pesticide. We are particularly aware in the press of the results of mis-use of insecticides, not the prescribed use. To be sure, by spraying forests with *Bacillus thuringiensis* we run the risk of interfering with populations of lepidoptera which are not economic pests. Awareness of this risk on the part of those concerned with control programs is important, however, information of the susceptibility of non-destructive groups of lepidoptera should be obtained for a fair evaluation of these "side effects" resulting from a microbial control program.

5. QUESTION: Does *Bacillus thuringiensis* spread to uninfected parts of a treated population or to subsequent generations?

ANSWER: Cadavers of larvae killed by an infection resulting from a *Bacillus thuringiensis* treatment do not offer the best conditions for completion of the development cycle of *Bacillus thuringiensis* thus yielding spores which would contaminate new foliage and subject other larvae to infection. Commercial field treatments in the United States have been generally limited to crops which are removed after a specified growth period and these do not lend themselves to observations which would furnish information to answer your question. The forest treatments in the United States and Canada will perhaps give us some indications of the potential of *B. thuringiensis* in this respect. In support of the theory that a spread of *B. thuringiensis* infection does occur is the work of Talalaev in Russia who claims a strain of *B. thuringiensis* does cause mortality in an ever-widening area to subsequent generations of the Siberian silkworm, *Dendrolimus sibericus* in forests of Siberia.

# EL COMBATE BIOLOGICA DE LOS INSECTOS DANINOS EN VENEZUELA

P. GUAGLIUMI, Venezuela

Manuskript und Abstract liegen nicht vor

## BIOLOGICAL CONTROL (Mutualism) IN A CONSTANT ENVIRONMENT

S. E. FLANDERS and MAX BADGLEY

Manuskript nicht eingelangt

### ABSTRACT

The mutual dependence of the moth *Anagasta kubniella* (Zell.) and the predatory mite *Blattisocius tineivorus* Oud. and the lack of dependence between this moth and its hymenopteran parasite *Exidechthis canescens* (Grav.) have been demonstrated in 10 laboratory ecosystems in each of which the moth has self-perpetuated itself for over 20 generations, subsisting on weekly allotments of equal amounts of flaked wheat. The area of contact between the moth and the parasite is limited to a layer of vermiculite (expanded mica) superimposed on each allotment of wheat, the percent parasitization being determined by the portion of the larval moth population migrating into the vermiculite mass. The oviposition sites of the moth constitute the area of contact between the moth and predator. Frequency of contact is enhanced by phoresy. When the predator is chemically controlled the moth completely destroys its food supply despite an average annual parasitization of 85%. When the predator and the parasite freely compete at favorable relative humidities (the predator feeding on the moth eggs and the parasite on the moth larvae) this annual parasitization may be reduced to 50% the number of moths surviving as adults doubled without the wheat supply being completely destroyed. In ecosystems which contain only the moth and the predator, the regulating effect of the wheat supply on the moth population is precluded by the predator-prey balance. This relation is mutualistic; the moth-parasite relation is not, the moth destroying each allotment of wheat in about 2 generations despite its high parasitization.

## ECOLOGICAL ADAPTATION OF PARASITES AND COMPETITION BETWEEN PARASITE SPECIES IN RELATION TO ESTABLISHMENT AND SUCCESS

PAUL DeBACH

### INTRODUCTION

When a natural enemy species is introduced into a new habitat, successful establishment and the degree of control of the host will depend upon the interaction between the intrinsic, or inherent, capabilities of the natural enemy and various extrinsic, or environmental, factors both biotic and physical.

It should be obvious that in order to become established in a new environment, a natural enemy must be able to tolerate the physical conditions encountered and, of course, obtain certain requisites such as suitable hosts and adult foods, like nectar or honeydew, and water.

The precise adverse factors that can preclude establishment are often cryptic, and prominent among them may be the effect of already-established natural enemies. Unless colonization of a newly imported parasite or predator is carefully carried out with the possible ill effects of competition in mind and with the realization that initial colonization success may be obtained in one habitat but not in another, then failure may occur with a species that is potentially capable of becoming established and adding to the degree of biological control in part of the host-occupied range.

The basis for most of the ideas and conclusions in this paper lies in the common observation that the host's geographical range and the variety of habitats or microenvironments occupied are usually greater than those of any one parasite species. In other words, some parasites are better adapted to a certain part of the host's range than others are; some parasites may be completely unadapted to a certain part of the host's range. For instance, one might expect that the areas of southern California where citrus is grown would be climatically uniform. They are, within rather narrow limits, all of which are highly satisfactory to *Aonidiella aurantii* (Mask.), the California red scale. However, the parasitic fauna of *A. aurantii* differs in the various citrus districts, some of which are within a few miles of each other and appear to be climatically identical to the casual observer.

Many of the specific points to be made in this paper are based upon a 12-year study of the distribution and abundance of *Aonidiella aurantii* and its seven species of established parasites and an equal number of species which were colonized but which failed to become established.

### The effect of the physical environment on establishment and success

In order to simplify a consideration of the effect of physical factors, we shall assume throughout this section of the discussion that the host insect has no other parasites of any consequence already established. Thus, competition with other species can be disregarded for the time being. In considering the effect of physical factors on the establishment and success of a newly imported parasite, we must also assume that certain other requisites for the survival and success of the species are inherent or provided. These include an adequate searching ability, a satisfactorily constant supply of suitable hosts, necessary water and food for adults, and an acceptable habitat. Inadequacy of any one of these factors can preclude establishment or limit success.

The success of a natural enemy depends fundamentally on its searching ability. If the adult parasite cannot find sufficient hosts when they are scarce, adequate control will not occur. If an introduced parasite cannot find sufficient hosts at the density existing, establishment will not occur. If there are prolonged periods when the required host stages are lacking, the adult parasite must either be physiologically adapted—as by diapause—or capable of surviving through the period as an adult.

The habitat—especially the host-plant association—must be suitable to the parasite. There is abundant evidence that particular species will attack the host insect on one type of host plant but not on another. However, foreign explorers generally stress obtaining new parasites from the same host plant that the pest attacks in the home country, so this factor is not often important during colonization.

The physical environment, particularly meteorological conditions, in the new habitat, even though appearing superficially like the original environment, probably is more different to a parasite than to us. In the broad sense, climates may be very similar (i. e. various countries have a so-called Mediterranean climate), but the weather of so-called like climatic areas may differ considerably in different parts of the area during different seasons, and microclimates will vary even more.

Mean monthly or yearly temperatures and humidities tell us little about the differences between localities within similar climatic areas. The insects involved are affected much more by the extremes of heat and cold than they are by the mean (assuming the mean is suitable to begin with). For example, one area may have a mean monthly temperature of 75°F., with a mean maximum of 80°F. and a mean minimum of 70°F., whereas another area may have the same 75°F. mean monthly temperature, with a mean maximum of

100° F. and a mean minimum of 50° F. This latter area's conditions will be much more adverse to most natural enemies.

The climates of microhabitats may differ significantly within such small areas that it is difficult for us to realize or to measure the differences. Actually microclimates on opposite sides of plants do vary sufficiently so that certain pests and natural enemies can exist on one side but not on the other. Thus, we must recognize that one side of a leaf, one part of a tree, or one part of an orchard may provide suitable temperature and humidity conditions for an insect, whereas nearby conditions are intolerable. The same may apply in larger localities only to a greater degree.

The effect of these varying climates or microclimates on the establishment and success of a parasite depends, of course, on certain intrinsic capabilities of the parasite itself in relation to the conditions encountered. If meteorological conditions are eminently satisfactory, i. e. the parasite is well and broadly adapted to the physical conditions, then it may become established and exert control throughout the range of the host. Experience shows such results not to be the rule. Usually, more than one species of parasite will be required to tolerate the various temperature and humidity conditions to which the host is adapted. One species may be successful in certain areas, unsuccessful in nearby areas. For example, *Aphytis lingnanensis* Comp. maintains satisfactory control of *Aonidiella aurantii* in San Diego County, California, but is unable to achieve control in nearby Riverside County. Another example is the general establishment of *Comperiella bifasciata* How. in interior and intermediate citrus areas but its absence in coastal areas.

As physical conditions depart from the optimum either in time or space, two things happen to lower (or exclude) parasite populations: (1) mortality of one or more stages increases, and (2) egg production per female decreases. Each effect is related usually to winter cold or summer heat, and, to put it very briefly and simply, the relative severity of the conditions, as they reduce the size and restrict the number of suitable microhabitats, determines whether extermination occurs (or establishment fails) or numbers are maintained at various but low levels.

Inasmuch as small variations in temperature and humidity may be critical to the establishment and success of parasites, and inasmuch as even very closely related species of parasites may vary significantly in their tolerances, it is apparent that where establishment or a satisfactory degree of success does not occur, additional species, including so-called sibling species or even strains should be imported and colonized.

### **The effect of competition on establishment and success**

During importation and colonization of new parasites against a pest already having more or less effective parasites established, competition from the latter may preclude the establishment and success of the imported species even though the physical environment and all other requisites already discussed are suitable and adequate. One additional thing that must be kept in mind is that a minimum inoculation population of the new import may be necessary. There is no known way to anticipate this minimum except to colonize fairly large numbers.

Two types of relationships are involved between competing species depending upon whether the ecologic niches they fill are identical or dissimilar. Species having identical niches attack the same host stages, require the same adult food, and utilize the same alternate hosts, etc. In other words, individuals of one species will have the same requisites, habits, etc., as individuals of another. However, they will not hybridize and they will have different biological capabilities such as relative reproductive ability, searching ability, and tolerance to temperature and humidity.



Species having truly identical ecologic niches cannot coexist in a particular defined environment, but they may exist close together in areas having slightly different physical conditions. Either adequate colonization of a new import will eliminate the species already established or the established species will preclude the establishment of the new import. Whichever species wins out will be the one that is better adapted to the habitat in question. Essentially, the better-adapted species can be defined as the one having a combination of the higher progeny production with the better searching ability; thus it follows that the winner will provide the higher degree of biological control. It is emphasized that such superiority is not a fixed species characteristic. Different microenvironments or habitats may affect differently two species having identical niches, so that one species will have a higher progeny production in one habitat whereas in another habitat the other species will have the higher production. These phenomena have been amply demonstrated with several species of *Aphytis*, having truly identical ecologic niches, which have been imported into southern California as parasites of *Aonidiella aurantii*. Up to 1948, *Aphytis chrysomphali* Mercet was the only species established. It existed in all coastal, intermediate, and interior citrus areas of southern California but was scarce in the interior. *Aphytis lingnanensis* was introduced from China in 1948 and gradually replaced *A. chrysomphali* in interior and intermediate areas so that by 1958 *A. chrysomphali* was virtually restricted to strictly coastal areas where it still maintains itself and excludes *A. lingnanensis* in some localities. Meanwhile, in 1957, the newly imported oriental species, *Aphytis melinus* DeB., *A. fisheri* DeB., *A. near hispanicus*, and *A. near lingnanensis*, were colonized extensively in all areas. Initial recoveries were made in one area or another of all species except *A. near hispanicus*; however, by 1960 only *A. melinus* appeared to be definitely established. *A. melinus* was best adapted to interior area conditions and by 1960 it had spread well through interior areas and largely replaced *A. lingnanensis* which earlier had replaced *A. chrysomphali* in such areas. *A. lingnanensis* meanwhile remained dominant in intermediate climatic areas of San Diego County and precluded the establishment of *A. melinus* or any of the other *Aphytis* species there. It is significant that the climate of this area differs only slightly from the climate of interior areas such as Riverside.

The foregoing results further emphasize the importance of thoroughly colonizing a new import throughout all habitats in the geographical range of the host. The results also demonstrate that competition, like physical factors, may preclude establishment and success in one habitat whereas good results may be obtained in a slightly different one. Had *Aphytis melinus* been colonized only in San Diego County it would not have become established and the fact that it is the best parasite in interior climatic areas would not have been discovered.

Parasite species having dissimilar ecologic niches may coexist in a microenvironment or habitat by attacking different stages of the host, by having different alternate hosts, etc. These same species also may exist separately in different habitats if their range of tolerance differs significantly. If all physical conditions and other requisites are satisfactory, an imported species having a dissimilar niche should, if adequately colonized, become established and coexist with already established species. Thus, on *Aonidiella aurantii* on citrus in certain localities of southern California, *Comperiella bifasciata* and *Prospaltella perniciosi* Tow. coexist together with one or another species of *Aphytis*. The first two are internal parasites that differ slightly in the host stages attacked; *Aphytis* is an ectoparasite and cannot attack the same host stages that the others do.

As already pointed out, two species of *Aphytis* with the same niche do not continue to exist side by side. And since any given species of *Aphytis* seems to be potentially more effective than *Comperiella* or *Prospaltella*, we have the peculiar result that in a given habitat (i. e., the Riverside area) where several species such as *Aphytis melinus*, *A. ling-*

*nanensis*, *Comperiella*, and *Prospaltella* have been colonized, the potentially second-best parasite species (*A. lingnanensis*) has been virtually eliminated by the best (*A. melinus*), but the third- and fourth-best species (*Comperiella* and *Prospaltella*) continue to coexist with the best (*A. melinus*) satisfactorily.

The question has often been raised whether competition between different parasite species is detrimental to the ultimate degree of biological control obtained. The bulk of evidence in the literature indicates that it is not, and there have been no such indications in my own field work. Under very special circumstances, and particularly in cases where no really adequate natural enemies are present and large fluctuations in population density occur, one parasite may alter the host population structure so as to render another parasite virtually ineffective for a time and subsequently permit the host population to become higher than it otherwise would. However, by and large the best procedure in practical biological control work appears to be to continue importation of any and all primary parasites (or predators or diseases) until a satisfactory degree of biological control has been attained.

#### SELECTED REFERENCES

- DE BACH, PAUL. 1954. Relative efficacy of the red scale parasites *Aphytis chrysomphali* Mercet and *Aphytis* "A" on citrus trees in southern California. — *Bol. Lab. Zool. Gen. Agr.* 33: 134—151. — DE BACH, PAUL. 1958. The role of weather and entomophagous species in the natural control of insect populations. — *Jour. Econ. Ent.* 51 (4): 474—484. — DE BACH, PAUL, T. W. FISHER, and JOHN LANDI. 1955. Some effects of meteorological factors on all stages of *Aphytis lingnanensis*, a parasite of the California red scale. — *Ecology* 36 (4): 743—753. — DE BACH, PAUL, and PELAGIJA SISOJEVIĆ. 1960. Some effects of temperature and competition on the distribution and relative abundance of *Aphytis lingnanensis* and *A. chrysomphali* (Hymenoptera: Aphelinidae). — *Ecology* 41 (1): 153—160. — HARDIN, GARRETT. 1960. The competitive exclusion principle. — *Science* 131 (3409): 1292—1298. — UDVARDY, MIKLOS F. D. 1959. Notes on the ecological concepts of habitat, biotope and niche. — *Ecology* 40 (4): 725—728. — VAN DEN BOSCH, R., E. I. SCHLINGER, E. J. DIETRICK, K. S. Hagen, and J. K. HOLLOWAY. 1959. The colonization and establishment of imported parasites of the spotted alfalfa aphid in California. — *Jour. Econ. Ent.* 52 (1): 136—141.

## THE ROLE OF SYNCHRONIZATION IN TIME AND SPACE IN BIOLOGICAL CONTROL

JAMES K. HOLLOWAY

Entomology Research Division Agricultural Research Service, U.S. Dept. of Agriculture

Many investigators in the early days of biological control gave considerable attention to the reproductive potential of entomophagous insects, evaluated especially on the egg capacity, assuming those having the greatest egg production would logically have the greatest potential for increase. This is unquestionably a factor, but limitations are encountered because among other things the parent must find suitable hosts for its future progeny. Nicholson (1933) calls attention to the importance of the searching ability of insects. The finding of suitable hosts is dependent on factors involving not only the searching efficiency of the parasite but is also dependent on the interrelationship of host distribution and its life history. In order to attain any measure of success, entomophagous insects must search at the right time in the right place.

The increase of introduced parasites and their ultimate success is dependent on the synchronization of the life history of the parasite with that of the host so that the stage required by the immature parasite is available and sufficiently abundant to allow for an optimum increase (Clausen, 1939).

An example of this lack of synchronization is *Centeter cinerea* Ald., a tachinid parasite of the adult of the Japanese beetle, *Popillia japonica* Newm. In Japan this parasite plays an important role in its control (Clausen et al., 1927), and when introduced to the eastern part of the United States it became readily established showing excellent ability to disperse. Unfortunately, in the new environment it emerges early in the season and is only present during a very small period of adult beetle activity; however, during this brief interval it parasitizes a very high percentage of the existing beetle population. During the past thirty years there have been no reports on this species becoming better synchronized in the present environment. Numerous other examples of synchronizations are available, ranging from lack of establishment to various degrees of ineffectiveness.

Obviously, of great importance is the necessity of a parasite to search areas occupied by adequate host densities. In searching for a suitable host before it is actually encountered, parasites proceed in response to numerous stimuli which may be totally independent of the presence or absence of the host. While making field observations on *Prosenia siberita* F., a parasite of the larvae of *P. japonica*, it was noted that the stimulation to deposit larvae took place while the adults were in flight over sodded areas. Soil samples taken following larviposition showed that the presence of grubs was entirely a matter of chance. In Japan, sodded areas suitable to white grub breeding are much more restricted and in all probability the chance of encountering a host is greater when compared to the extensive potential breeding areas available to *P. japonica* in the United States. There are many examples where species of parasites deposit eggs or larvae in locations and successful parasitization is dependent on the movement of the host into the location. It can be seen that in many situations the host distribution is an important factor even among those parasites which seek a host for direct oviposition. Furthermore, Picard and Rabaud have pointed out that some parasites are obligated to or show preference to certain plants, while others have a wide range of plant visitation. It is likely that such preferences are associated with a greater probability of encountering hosts, but these preferences are not necessarily associated with any existing abundance of potential host populations.

The importance of parasite searching habits is no new concept. Those who have worked in biological control have encountered problems of this nature and this is especially true of those who have attempted to evaluate the effectiveness of parasites.

A field study was made on the searching habits of *Comperiella bifaciata* How., a parasite of *Aonidiella citrina* (Coq.), on citrus in California. This host and parasite association is well suited to making observations of this nature. The host insect is confined to leaves which makes it practicable to work with samples which can be easily handled either in the field or when taken to the laboratory for microscopic examination.

The adult parasite is not easily disturbed and can be observed on the top and bottom surfaces of leaves without causing it to take flight.

Oviposition takes place in mature scale only and in the spring of the year, the parasite completes two generations before new mature scales develop, thus it is possible to make dissections when the parasite larvae have reached maturity and are readily discernible. Since no host had developed during this interval, the ratio of parasitized to unparasitized scale is the same as when oviposition took place and thus gives an index of oviposition activity.

The studies included three varieties of citrus which occurred in two different cultural areas. The host scale distribution on the trees did not show any noticeable difference



among the tree varieties. Direct sunlight was important and on small trees with large open interspaces the successfully established scale populations were confined almost entirely to the northeast quadrant of the tree; larger trees furnished a certain amount of shade for each other, so that distribution of scale around the total periphery increased proportionately to the amount of shade the tree received.

During the peak of adult activity in April, 100 leaves on each of 60 trees were examined at three intervals. The second observation was within two days of the first and the third, nine days after the first. The trees were divided into four quadrants, northeast, southeast, southwest and northwest, and twenty-five leaves were examined in each quadrant.

The adult parasites were not more abundant in the northeast quadrant of the three where the host scale were consistently heavier, and were found searching the tree unaffected by the weather conditions which cause the scale to orient on the tree.

Following the period of adult activity in April, leaf samples for laboratory dissection were taken in early June at which time 10 percent of the immature parasite stages had advanced to pupae. The leaves were taken at random from the same trees which were included in making the adult counts. The aggregate leaf sample of 480 was from 10 trees at 48 leaves per tree.

The performance of the parasites in successfully parasitizing scales on the leaves was studied by observing the parasitized scales on leaves having various host scale densities. In assembling the results in Table I, the infested leaves were tabulated in a frequency array which ranged from 1 to 24 scale per leaf and parasitization was observed within these various density levels. When the scale averaged 1 per leaf, the average density of parasitized scale was 51; in other words, approximately half of the population was successfully found by the searching parasites.

Table I

Comparing the relative efficiency of *Comperiella bifaciata* on leaves having various densities of host scale

Ratio of Parasitized to Living Scale	Number of living or parasitized mature scale per leaf											
	1	2	3	4	5	6	7	9	11	14	17	24
Parasitized . . . . .	0.51	0.76	1.13	1.66	1.33	2.63	3.33	3.61	4.53	4.66	4.54	6.27
Living . . . . .	0.49	1.24	1.87	2.34	3.67	3.37	3.67	5.39	8.47	9.34	12.46	17.73

When the density of available scale was 9 per leaf, the average density of parasitized scale was 3.61 and on infested leaves with 24 per leaf the parasitized scale per leaf was 6.27. This in part substantiates the observation that the adults did not remain long on one leaf with a tendency to oviposit once and then search another leaf.

When the probability of occurrence of leaves of various densities was recorded in Table II, it was found that in densities of 1 to 28 scale per leaf, those with 12 or more scale per leaf occurred only once in every 100 leaves encountered. The leaves of these densities always had one or more instances of parasitization. This indicates the great ability of the adult parasites to search all the leaves over the whole tree.

By way of summarization, the observed searching pattern of *C. bifaciata* would indicate that this parasite would be most efficient in searching for a host occurring on a plant which has small leaves, restricting the number of scale per unit, and on which the scale would be uniformly distributed over the tree. This conclusion was brought to the attention of Dr. S. E. Flanders of the University of California. He said it was quite interesting as Mr. Harold Compere had originally collected this parasite in Japan on a species of *Taxus* which would fulfill this requirement.



Table II

Percentage of leaves with one or more mature scale which were available to the parasites and the percentage of available leaves found by the parasites

Number of scales per leaf	Percentage of available leaves	Percentage of available leaves found by parasites
1	14	50
2	13	67
3	8	67
4	6	81
5	3	80
6	3	94
7	2	89
8	1	83
9	1	80
10	3	92
11	2	100
12	1	100
13	1	100
14	1	100
15	1	100
16	1	100
17	1	100
18	1	100
19	1	100
20 to 28	2	100

## LITERATURE CITED

- CLAUSEN, CURTIS P. 1939. Some factors relating to colonization, recovery and establishment of insect parasites. — Proceedings of 6th Pac. Sci. Cong., Vol. IV. — CLAUSEN, CURTIS P., J. L. KING, and CHO TERANISHI. 1927. The parasites of *Popillia japonica* in Japan and Chosen (Korea) and their introduction into the United States. — U.S.D.A. Dept. Bull. No. 1429. — NICHOLSON, A. J. 1933. The Balance of Animal Populations. — Journal of Animal Ecology, Supplement to Vol. II, No. 1, May 1933. — PICARD, F., and E. RABAUD. 1914. Sur le Parasitisme externe des Braconides (Hym.). — Bull. Soc. Ent. FR 266—269.

# SEKTION XIIIa

## INSEKTENPARASITEN UND -RÄUBER

### INFLUENCE OF NATURAL FACTORS ON INSECT AND SPIDER MITE POPULATIONS

A. E. MICHELbacher

University of California, Berkeley, California

Insect and spider mite populations are influenced by a complexity of factors. The evaluation of their individual action presents a most difficult problem, because of the intricate interrelations that exist between them. Often no outward evidence is present to indicate the reasons for a population being held at a given level. Recent progress in attempts to explain population behavior have been reported upon in the Annual Review of Entomology by Thompson (1956), Solomon (1957), Nicholson (1958) and Andrewartha and Birch (1960). Because the subject is so complicated, it is not surprising that a wide difference in opinion was expressed in these studies. There does not appear to be any simple basic plan that can be applied to explain or express all population responses. However, it remains that all variations and fluctuations in population result from responses of one kind or another. The degree of response to a given factor varies with the organism and the influence exerted can be ascertained only through careful observation and investigations. Time will not permit a discussion of all of the possible factors involved and the subject of this paper will be limited to the influence of physical factors upon the host and its natural enemies. Most of the information considered has been accumulated during the conduct of field investigations.

The abiotic factors in the environment affect both the host and its natural enemies. There are situations in which the abiotic factors are such that populations of the host and its natural enemies are maintained for the most part at an extremely low level. If the environment remains unaltered, the association that exists is likely to escape attention. In California, such a situation existed in commercial orchards of Persian walnut between soft scales (*Lecanium pruinosum* Coq. *L. corni* Bouché, *L. cerasorum* Ckll. and an undescribed species closely related to *L. pruinosum*) and their parasites. Prior to the advent of DDT, the scales and their natural enemies were seldom encountered. The density of the scale population was so restricted that there was little to indicate that natural enemies, particularly small hymenopterous parasites, were probably responsible for this condition. The importance of these natural enemies in restricting the soft scale population became apparent when DDT and certain other insecticides interfered with the effective action of the parasites (Michelbacher and Hitchcock 1958). The soft scales, which previously presented no problem, became a major pest of walnut. That this potential existed probably would have escaped detection if it had not been for the interfering action of the insecticides. Weather and climatic factors were highly favorable

to both the host and the parasites. This fact is revealed by the rapid expansion of the scale population when it was released from the controlling influence of the parasites and by the speedy reduction of the scale population when interference of insecticides on the parasites was discontinued. Probably there are countless cases where the above situation prevails. One of the outstanding instances is that which exists between the cottony-cushion scale, *Icerya purchasi* Mask. and its natural enemies the vedalia, *Rodolia cardinalis* (Muls.) and the dipterous parasite, *Cryptochaetum iceryae* (Williston) in California. Apparently over the entire range where the cottony-cushion scale is a potential pest, climatic and weather conditions are favorable to both the host and its natural enemies.

In walnut pest investigations it was found that the use of schradan resulted in an induced increase in the population of the European red mite, *Panonychus ulmi* (Koch) (Michelbacher 1959). In the California coastal regions the intensity of the attack is so severe that applications of acaricides are frequently required in order to prevent damage. Yet, in an experimental orchard at Linden, which is located in the hot interior San Joaquin Valley, treatment has never been necessary. In both regions an increase in natural enemies follows the upsurge of the spider mite population, but only in the Linden area have the beneficial organisms consistently checked the infestation before the approach of economic damage. It is believed that this behavior can be traced to differences in climate in the two localities. Investigations by Ortega (1953) indicated that climate of warmer interior areas is less suited for the European red mite than is that of coastal regions. Therefore, it appears that in the hot interior areas natural enemies are in a better position to reduce the spider mite population than they are in regions having a cooler climate. However, even in the hot interior valleys the European red mite may increase to a destructive level if there is interference with the effective action of the natural enemies. This has been observed to occur where strong winds have deposited a heavy coating of dust over the foliage of the trees. It should be noted that as far as can be ascertained, natural enemies do about equally well in both climatic zones. The evidence presented above represents a case where the effective action of natural enemies is improved due to conditions being less favorable for the host.

While conducting investigations on the alfalfa weevil, *Hypera postica* (Gyll.), information was obtained which indicated that it is possible for an insect to be present in greater abundance in other than its optimum climatic zone. In lowland middle California the climate of the coastal region is more favorable for the alfalfa weevil than is that of the northwest portion of the hot San Joaquin Valley but it is in the latter area that the alfalfa weevil is found in greatest abundance (Michelbacher 1943). This is due to the fact that the more moderate climate of the coastal region is exceptionally well suited for the activity of the weevils' parasite, *Bathyplectus curculionis* (Thomson). As a result the population of the alfalfa weevil is held at an extremely low level. Although the climate of the weevil infested region in the San Joaquin Valley is less suited for weevil activity than that of the coastal region, it is also relatively less favorable for the parasite *Bathyplectes* and for this reason the alfalfa weevil population is maintained at a considerably higher level. Influences of this nature are probably not uncommon and a similar case is reported upon by De Bach et al. (1955) in regard to the California red scale, *Aonidiella aurantii* (Mask), and its parasites *Aphytis* spp. on citrus in California.

During the course of alfalfa weevil investigations another interesting host parasite relation was observed. The clover leaf weevil, *Hypera punctata* (Fabr.), existed as a common insect in alfalfa fields. Yet it was never encountered in abundance in any well cared for commercial planting. Potentially the insect can develop in large numbers, for on two occasions Smith and Michelbacher (1944) observed large populations; once on *Melilotus indica* and again on dry farm alfalfa. It probably has never reached an economic

level in commercial alfalfa fields due to the fact that in the spring the larvae are heavily infected with an entomophagous fungus, *Entomophthora sphaerosperma* Fres. This occurs year after year and practically all the larvae become infected and die. The important feature is that this happens even though the larval population exists at a very low level. This is a case then where an epizootic is not dependent upon large numbers. Also, it is an instance in nature where favorable weather conditions each spring insure the efficient performance of a fungus disease.

During melon insect investigations in northern California, an interesting relation was observed to occur between the melon aphid, *Aphis gossypii* Glov., and its natural enemies. In general, the melon aphid was of little concern during the summer but mounted as a pest with the approach of fall. Highly destructive populations were frequently encountered during September and October. During the summer it was not uncommon to find natural enemies checking the aphid population before the advent of economic injury (Michelbacher et al. 1955). Yet with the approach of fall the aphid population would often reach serious proportions even in the presence of a relatively larger number of natural enemies. As a result it was found that the number of natural enemies present could not be used as a safe index in the fall for predicting whether or not the aphid would reach a destructive level. Investigations showed that the host-natural enemy relation was correlated with weather conditions. Summer temperatures are much more favorable than fall temperatures for the activity of natural enemies. As far as the aphid is concerned, the fall temperatures are more, or at least as favorable, as those that occur in the summer. This accounts for the frequent failure of natural enemies to control the aphid in the fall. Isely (1946) observed a similar situation to exist on cotton between the aphid and its natural enemies.

Towards the periphery of the climatic limitation of an organism weather conditions probably exert a greater influence on the host than they do on its natural enemies. They become the principal limiting factor. During periods of favorable weather conditions, the population may expand and even penetrate briefly beyond the zone of climatic distribution. Sometimes under exceptionally suitable conditions pest populations have approached a destructive level close to the limit of distribution. The population recedes and settles back to a subsistence level once again as weather conditions shift to a more normal position.

It can be seen from the examples discussed that it would be a difficult task to draw any definite conclusions that would cover adequately all the influences exerted, by physical factors, upon the host and its natural enemies. Some general statements can be made. Under conditions where the host population is at a low level, it will continue so providing fluctuations in the physical factors do not exert an adverse influence on either the host or its natural enemies. This is the situation that apparently exists in the case of soft scales on walnut and the cottony-cushion scale on its several food plants. If, however, the physical factors shift towards a level that favors the host more than it does its natural enemies, then an increase in the host population can be expected. This behavior is well illustrated by the action of the melon aphid on melon or on cotton with the approach of fall conditions. If the move is in the opposite direction a decrease in the host population is likely to occur. A good example of this is found in the suppression during the summer of the melon aphid by its natural enemies. If physical factors in the optimum zone are relatively more favorable to the natural enemy than they are to the host, the latter may occur in greatest abundance outside of the optimum climatic region. This appears to be true in the case cited in regard to the alfalfa weevil. Where physical factors become less suited for the host the population density will tend to oscillate around a low level. This most certainly is the condition which is likely to be encountered as the climatic limitation of distribution is approached.



In conclusion it can be stated that fluctuations in the physical factors can either result in short periods when a host population remains at a low level or the influences exerted may be such as to continually maintain it at a nonimportant level. Much depends upon whether the fluctuations favor the host or its natural enemies.

#### REFERENCES CITED

- ANDREWARTHA, H. G., and L. C. BIRCH. 1960. Some recent contributions to the study of the distribution and abundance of insects. — *Annual Review Entomology* 5: 219—242. — DE BACH, PAUL, T. W. FISHER, and JOHN LANDI. 1955. Some effects of meteorological factors on all stages of *Aphytis lingnanensis*, a parasite of the California red scale. — *Jour. Ecology* 36 (4): 743—753. — ISELY, DWIGHT. 1946. The cotton aphid. — *Arkansas Agr. Exp. Sta. Bul.* 462: 1—29. — MICHELbacher, A. E. 1943. The present status of the alfalfa weevil in California. — *Calif. Agr. Exp. Sta. Bul.* 677: 1—24. — MICHELbacher, A. E. 1959. Spider mites on walnut in northern California. — *Jour. Econ. Ent.* 52 (5): 936—939. — MICHELbacher, A. E., and STEPHEN HITCHCOCK. 1958. Induced increase of soft scales on walnut. — *Jour. Econ. Ent.* 51 (4): 427—431. — MICHELbacher, A. E., W. W. MIDDLEKAUFF, O. G. BACON, and J. E. SWIFT. 1955. Controlling melon insects and spider mites. — *Calif. Agr. Exp. Sta. Bul.* 749: 1—46. — NICHOLSON, A. J. 1958. Dynamics of insect populations. — *Annual Review of Entomology* Vol. 3: 107—136. — ORTEGA, J. C. 1953. Systemic pesticides may be the answer. — *Diamond Walnut News* 35 (3): 4—5. — SMITH, RAY F., and A. E. MICHELbacher. 1944. Clover leaf weevil in California. — *Pan-Pacific Ent.* 20 (3): 120. — SOLOMON, M. E. 1957. Dynamics of insect populations. — *Annual Review of Entomology*. Vol. 2: 121—142. — THOMPSON, W. R. 1956. The fundamental theory of natural and biological control. — *Annual Review of Entomology* Vol. 1: 379—401.

Ghesquiere, J., Frankreich-Menton

hielt ein Stegreif-Referat über

### SITUATION DER NUTZINSEKTEN UND BIOLOGISCHE BEKÄMPFUNG IN SÜDFRANKREICH

Manuskript und Abstract liegen nicht vor.

### BIOLOGISCHE SCHÄDLINGSBEKÄMPFUNG UND INSEKTENPATHOLOGIE

R. PH. F. DOLLFUSS

Manuskript und Abstract nicht eingegangen, Vortrag nicht gehalten.

# ESSENTIAL AND ALTERNATIVE FOOD IN INSECTS

I. HODEK

Entom. Institute, Czechoslovak Acad. Sci., Praha

From recent ecological studies of aphidophagous Coccinellidae, certain generalisations emerge which may apply not only to other groups of aphidophagous insects but to other kinds of animal as well.

In my experiments, which started in 1953, adult *Coccinella 7-punctata* L. accepted *Aphis sambuci* L. as food, but depending on the temperature, the larvae of the beetle died in the third or fourth instar and newly-emerged adults always died within two to three weeks. In contrast, overwintered adults did not die and, although oviposition was inhibited, the ovaria matured when the beetles were fed on this aphid species (Hodek, 1956, 1957).

Another coccinellid, *Adalia 2-punctata* L. inhabiting the same biotope of shrubs and edges of forest as *A. sambuci*, was not so adversely affected by feeding on this aphid. Development was not affected but mortality was somewhat greater than that of controls reared on a favourable diet, *Aphis fabae* Scop. from jasmine.

The coccinellid, *Semiadalia 11-notata* Schneid., like *C. 7-punctata* fed on *A. sambuci*, was adversely affected by feeding on *Pergandeida medicaginis* Koch. which, however, was shown to be an essential food-insect for *C. 7-punctata*.

These experiments indicate that aphidophagous coccinellids are not so polyphagous as had been previously assumed from the observations when they had eaten eggs and larvae of Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera, and other insects.

It seems to me that the so-called aphidophagous Coccinellidae have specialised food requirements which depend on the biochemical composition of the aphid and on the insects' biotope. Thus, the chemical compounds present in the elder, *Sambucus nigra* L., such as the glucoside sambunigrin (D-Mandelonitrile glucoside) may be responsible for the detrimental effect of *A. sambuci* on its predators. The glucoside is capable of being split by enzyme action to yield cyanic acid among other compounds, and, because the coccinellids contain the appropriate enzymes, the breakdown of sambunigrin within the body of the predator probably occurs, causing a gradual poisoning of the beetles. *A. 2-punctata* is, perhaps, adapted to surviving on such prey as *A. sambuci* and this is possible connected with the fact that in Central Europe both insects inhabit the same ecological habitats of trees and bushes. *C. 7-punctata*, on the other hand, is an insect of open fields during the active part of its life.

These experimental results and those of other authors (2, 3), show that we should distinguish between "acceptability" and "suitability" of food in carnivorous insects. Such terms in current use as monophagous, oligophagous, polyphagous, omnivorous, refer rather to the acceptance of the prey than to its suitability. Each so-called polyphagous species will have a wide range of prey which it will accept as food but only a few prey species will be suitable for the full development of the predator larva and for the maturation of the adult insect. Other prey, which are accepted, will be unsuitable or even harmful. The reason for the unsuitability may be a direct effect of toxic chemicals or a deficiency of nutrients of the right kind within the body of the prey. It should be noted, however, that harmful food is often accepted, albeit in smaller quantities. We usually assume that a food is suitable for an insect by seeing it eat the food, or, we dissect the insect and examine its gut contents; but conclusions arrived at in this way may be wrong and it is better to draw conclusions from experiments designed to test whether the insect can develop and mature fully on a particular food.

#### LITERATURE CITED

- 1) HODEK, I., 1956, 1957: The influence of *Aphis sambuci* L. as food for *Coccinella 7-punctata* L. I. II. — Acta Soc. Zool. Bohemoslov. 20: 62—74; Acta Soc. Ent. Čechoslov. 54: 10—17. —  
2) IBRAHIM, M. M., 1955: Studies on *Coccinella 11-punctata aegyptiaca* Reiche. II. Biology and life-history. — Bull. Soc. Entom. Egypte 39: 395—423. — 3) PUTMAN, W. L., 1955: Bionomics of *Stethorus punctillum* Weise in Ontario. — Canad. Ent. 87: 9—33.

### NOTES ON REARING COLEOMEGILLA MACULATA WITH A NON INSECT DIET

W. SZUMKOWSKI

Manuskript und Abstract nicht eingelangt.

### ÜBER DIE NÜTZLICHKEIT DER ZIMMERBOCK-LARVEN (*Acanthocinus aedilis* L.) IM WALDE

MATTI NUORTEVA, Finnland

Manuskript nicht eingelangt

#### ABSTRACT

Beim Planen von Maßnahmen zur biologischen Bekämpfung der Borkenkäfer im Walde könnte es nützlich sein, zu erwägen, ob man sich hierbei in gewissen Fällen vielleicht auch solcher Bockkäferarten bedienen könnte, die sich als harmlos sowohl für den Wald als auch für das gefällte Holz erwiesen haben. Es ist bekannt, daß u. a. die Larven des Zimmerbocks (*Acanthocinus aedilis* L.) mit den Borkenkäferlarven um die Nahrung konkurrieren, außerdem vernichten sie mit ihren Kiefern alle Tiere, die unter der Borke in ihren Weg geraten.

Diese Wirkung der Zimmerbock-Larven äußerte sich deutlich in Freilandversuchen mit Fangklötzen. Um sie in reiner Form zu erfassen, wurden Große Waldgärtner (*Myelophilus piniperda* L.) in Klötzen gezogen, die in Käfige gestellt waren. Jeder zweite Klotz wurde den Zimmerböcken zur Eiablage dargeboten. Die Bockkäferlarven leisteten in den Waldgärtner-fraßbildern (insges. 87) eine so gründliche Arbeit, daß jedes Fraßbild durchschnittlich nur 5 Jungkäfer des Waldgärtners ergab. Unter gleichen Verhältnissen lieferten die ausschließlich Waldgärtner enthaltenden Klötze durchschnittlich 30 Jungkäfer je Fraßbild.

# THE CONTROL OF THE JAPANESE BEETLE IN MARYLAND THROUGH BIOLOGICAL METHODS WITH OBSERVATIONS ON EFFECTS OF SOIL DISTURBANCE

GEORGE S. LANGFORD

University of Maryland, College Park, Maryland

The Japanese beetle, *Popillia japonica* Newman, was first found in the United States in 1916 near Riverton, New Jersey. It made its appearance in the state of Maryland in 1927. It was soon found that the insect in its new environment was a threat to production of many fruits, field and vegetable crops as well as ornamental plants. Conditions appeared ideal for its development. The citizenry was appalled by the tremendous beetle populations. Beetles would often mass on ripening fruits such as early peaches, plums and apples and feed until nothing edible was left. Grape vines were completely defoliated. Corn did not pollinate because the new silk was eaten away, and it was difficult to keep foliage on many fruit, ornamental and shade trees. Roses and many other flowers were destroyed. It was not unusual for beetles to completely cover and hide rose buds and ripening peaches, plums and apples. Turf was seriously damaged by the grubs. In grass or pasture land, grub populations often ranged from five to well over 100 grubs to the square foot. In Maryland, traps especially designed to catch Japanese beetles caught over 369 tons of beetles in a single season. This of course represented a rather small proportion of the number present.

Following the introduction of the Japanese beetle into the country, the United States Department of Agriculture, after observing its destructive habits and its potentialities as a pest, made a study of the beetle's natural enemies, both in the United States and in those regions of the Far East where it is native. These studies revealed several diseases and parasites which looked promising for reducing beetle populations. Especially promising were two spore-forming bacteria, *Bacillus popilliae* Dutky and *Bacillus lentimorbus* Dutky, commonly referred to as milky diseases; and two species of digger wasps from the Orient, one known as *Tiphia vernalis* and the other as *Tiphia popilliavora*. There were, of course, other diseases and parasites found that showed effectiveness under suitable conditions.

After the Japanese beetle appeared and became established in Maryland a statewide program of suppression and retardation was initiated by the State Board of Agriculture and the University of Maryland in cooperation with the United States Department of Agriculture and local Maryland political subdivisions. In this retardation effort, emphasis was placed on the establishment of a biological complex consisting of the more important parasites and diseases of the insect. The objective was permanent relief from the acute Japanese beetle damage, with hope that the beetle could be reduced to the status of a pest from which only minor or limited damage would be experienced under normal conditions.

In carrying out the above program the Maryland State Board of Agriculture, with its cooperating agencies, collected and distributed approximately 120,000 *Tiphia*-wasp parasites and processed and distributed over 212,400 pounds of milky disease spore dust. Distribution and establishment were made in all major political subdivisions, involving 21 counties and the city of Baltimore. Milky disease was established on 143,000 sites. This included practically every farm, city, town or urban community in the state. Another insect parasite used was the imported fly, *Centeter cinerea* Ald. It was released in limited numbers. In addition, a parasitic nematode, *Neoplectana glaseri* Steiner was colonized and distributed in certain areas. Japanese beetle populations



are influenced from year to year by factors other than diseases or parasites. Rainfall or drought at the time that eggs are laid or hatching begins is often important. Eggs and newly hatched larvae desiccate and die without sufficient moisture and live and thrive under conditions of abundant rainfall. Soil types as well as suitable food in the habitat is likewise important. Survival is better in loamy soil than in a light sandy soil. Communities or countrysides with large expanses of grassland usually have more beetles than those areas where grass or pasture is not a part of the economy.

But the effectiveness of the *Tiphia*-parasites and the milky diseases, after consideration of the above influences, have been such that under Maryland conditions Japanese beetle populations are generally suppressed. Some indication of the degree of suppression may be gained by comparing numbers of beetles caught in index traps. During those years when Japanese beetles were at their height in Maryland (1938—1948) index traps caught from 3000 to 12,000 or more beetles daily at peak emergency (July). Now they catch relatively few compared to those numbers. The daily catch is often negligible and under normal conditions is seldom more than 100. Likewise, grape vines and other preferred food plants which, during the era of peak infestations in Maryland, were completely defoliated now often survive the growing season with very limited or negligible damage even when protective sprays are not used.

In spite of the overall beneficial results that have been effected through the establishment of diseases and parasites and the resulting biological complex, there are situations where beetles occur in outbreak and damaging numbers. Experience has shown that severe localized outbreaks follow land or soil disturbance if the disturbed area is seeded to grass.

During the past decade many new urban communities have been built adjacent to or near most of the larger Maryland cities and towns, and in areas which were formerly rural. In such communities or developments with new lawns and associated grass-covered recreational areas, Japanese beetle populations always increase in tremendous numbers, and the resulting damage is usually quite severe and alarming to the people living there. Even small areas involving only a few acres are often so affected. The lawns or grassed areas in these new communities may have grub populations, in the spring of the year, that range from five to 50 or more per square foot, whereas the lawns or grassed areas in communities of long standing usually have negligible grub populations. Often it may be necessary to dig and search several square feet of turf before a single grub is found. Likewise there are great differences between the number of adult beetles within these two types of areas. Comparative studies, using traps for index purposes, show phenomenal differences. During early July of this year traps operating in two communities, one old and one new, caught an average of 75 beetles per day, per trap, in the old area as compared with 1627 in the new area.

It has not been possible to fully determine all the reasons for these differences. Studies have not been made that would provide reliable quantitative information on disease or parasite conditions within the areas. The general supposition is that the biological complex within the area has been destroyed or at least that the host and its diseases and parasites have been temporarily separated. This apparently comes about through land clearance, deep plowing and the bulldozing operations involved in digging basements, preparing foundations, and leveling land. Experience has shown that these severe localized outbreaks which follow land disturbance are not of a permanent nature. Given a period of from three to five years, the diseases and parasites appear to become reestablished and function to suppress beetle populations again.

In conclusion it may be stated that milky disease and parasites have been very effective in reducing Japanese beetle populations throughout Maryland. Studies and observations

indicate that where disease and parasites are established and operating, the Japanese beetle, while still an important pest, is assuming the status of a mildly injurious native insect rather than the formidable pest it was for the state when the infestations were at their peak. The effectiveness of parasites and milky diseases is such that there should be no great general infestation over any large areas in Maryland in the future. Observations and studies indicate that there will be infrequent times when beetles will appear in outbreak numbers. These outbreaks will have a period of upbuilding, a peak, and a natural decline as is experienced in the case of most native insect pests.

In areas where there are major building or housing developments, or land clearance operations, which result in major soil or land disturbances, the biological complex appears to be temporarily upset and the result is increased beetle populations and damage within the disturbed area.

## DISCUSSION

A. P. ARNASON, Ottawa

Question: What effect have chemical control measures on the effectiveness of biological control agents?

Answer: To my knowledge this has never been measured. The use of chemicals to kill grubs in soil or turf would naturally have an influence on the parasites in the area treated. Likewise, the destruction of adults by chemicals would influence to some extent beetle populations, and this in turn would influence the biological complex.

K. BAKKER, Leiden

Question: It would be interesting to know whether the new outbreak of the beetles is caused by a difference in the degree of harm done to the beetles and their enemies by the disturbance of the soil, or whether this outbreak in the disturbed areas is brought about by immigrating beetles, which are not followed immediately by their enemies.

Answer: Considering the community as a whole, natural enemies would continue to be present in limited numbers. But the digging of basements and bulldozing of soil in preparing new lawns destroys, in a large measure, the parasites present. Likewise, milky disease organisms normally in the upper layers of the soil are buried. Without a sufficient supply of parasites and milky disease organisms to depress the beetle populations, beetles increase and are again abundant for several years.

H. J. DE FLUITER, Wageningen

Question: Are there any possibilities for integrated control, for example by controlling the beetles with insecticides and the larvae by biological control.

Answer: This is commonly practiced in Maryland. Parasites and disease are used to control the larvae, and chemicals are used to control adults, if and when they are abundant.

C. L. COLLINS, Albany

Question: What is the policy or recommendation when individuals want to apply chemicals; i.e., Dieldrin, where milky disease and/or *Tiphia* have been used?

Answer: We do not recommend the use of chemicals as a soil treatment if disease and parasites are effectively established in turf, or grassed areas being proposed for chemical treatment.

Question: Can milky disease powder be purchased at agricultural supply stores in Maryland?

Answer: Yes, at some.

# LES PHENOMENES DE COMPETITION PARASITAIRE ET LA DYNAMIQUE DES POPULATIONS

P. JOURDHEUIL

I. N. R. A. Station de Zoologie agricole, Versailles, France

«La dynamique des populations des insectes parasites et de leur hôte n'a presque pas été étudiée en dépit de son importance pour la compréhension du succès ou de l'échec de la lutte biologique». Cette opinion émise récemment par Varley et Roy (1957) semble être unanimement partagée par les auteurs qui ont eu l'occasion de se pencher sur ce problème (Andrewartha et Birch, 1954; Thompson, 1956; Solomon, 1957; Voute, 1958). Cette lacune n'a pas empêché la floraison de nombreuses théories assez diverses et parfois contradictoires sur l'équilibre des populations dans leur milieu naturel. Plusieurs de ces théories, et notamment celle de Nicholson, attachent une importance particulière aux facteurs écologiques détruisant un pourcentage d'organismes qui s'accroît au fur et à mesure de l'augmentation de la densité des hôtes. Le mécanisme régulateur le plus fréquemment invoqué est la compétition parasitaire intraspécifique.

Nous avons étudié pendant plusieurs années les fluctuations de populations de divers Hyménoptères parasites solitaires des Coléoptères inféodés à la famille botanique des *Cruciferae*. Les hôtes sont des insectes monovoltins qui présentent une diapause imaginale, soit de type estival (mai à septembre), soit de type hivernal (juin, juillet au printemps de l'année suivante). A chaque espèce phytophage, sont assez régulièrement associés des *Ichneumonidae Ophioninae*, des *Braconidae Euphorinae* et *Diospilinae*. Ces insectes forment une biocénose fermée étroitement associée aux *Cruciferae*.

Les *Ophioninae* et les *Diospilinae* sont des parasites larvaires qui introduisent leurs œufs au travers des tissus végétaux. Les *Diospilinae* ont, selon les espèces, de 3 à 5 générations par an; ils effectuent généralement des alternances saisonnières d'hôtes. En revanche, la plupart des *Ophioninae* sont monovoltins et strictement monophages. Aussitôt après leur mue imaginale, ils entrent en diapause dans leur cocon et cessent toute activité du début de l'été à la fin de l'hiver ou au printemps suivant. Enfin, les *Euphorinae* déposent leurs œufs dans la cavité générale des adultes quelque soit l'état physiologique de ces derniers. Si les Coléoptères sont en période de reproduction, le développement du parasite est continu; dans ces conditions, deux à trois générations peuvent normalement se succéder au cours du printemps. Par contre, si les Coléoptères sont en état de diapause, le parasite subit lui-même un arrêt de développement alors qu'il est au premier âge larvaire.

En effectuant des dissections hebdomadaires, nous avons fréquemment observé des phénomènes de compétition parasitaire. Ceux-ci ont une intensité variable et apparaissent, soit irrégulièrement au cours des années dans le cas des parasites monovoltins (*Ophioninae*), soit régulièrement chaque année au début de l'été dans le cas des parasites polyvoltins (*Diospilinae*, *Euphorinae*). Un exemple particulièrement frappant est fourni par *Diospilus morosus* Reinh. qui se développe aux dépens de *Phyllotreta nemorum* L. Au mois de juillet 1955, il y avait en moyenne 30 œufs ou larves d'Hyménoptère par hôte avec un maximum de 162 parasites dans une même Altise.

Ce qu'il est important de noter c'est que cette compétition ne résulte pas d'un accroissement de la densité des Hyménoptères mais au contraire d'une raréfaction des proies disponibles indépendante de toute action parasitaire. Dans un milieu variable et discontinu, la rencontre entre l'hôte et le parasite, c'est à dire la coïncidence au sens de Thalenhorst (1950), dépend de multiples facteurs écologiques qui agissent de façon indépendante et souvent différente sur la répartition chronologique et spatiale des deux antagonistes.

C'est ainsi qu'à l'intérieur d'un peuplement de Crucifères, les Hyménoptères ont parfois tendance à concentrer leur activité sur une fraction limitée de l'aire de répartition de leur proie. Les *Diospilinae*, par exemple, se regroupent dans les zones à forte densité florale et négligent les parcelles en fin de floraison ou certains refuges naturels constitués notamment par les Sanves (*Sinapis arvensis* L.) dispersées dans d'autres cultures. Ces plantes hébergent pourtant une forte proportion d'insectes phytophages. D'autre part, durant leur période de diapause, les Coléoptères adultes se réfugient dans des biotopes qui ne sont pas prospectés par les parasites imaginaux (*Euphorinae*).

Il se produit non seulement un manque de coïncidence spatiale mais aussi un manque de coïncidence chronologique. Rappelons que le cycle biologique des hôtes est caractérisé par une période de pullulation brutale se situant, soit au début du printemps, soit à l'automne, et qui est suivie d'une raréfaction plus ou moins rapide au cours des mois suivants. Les insectes phytophages disparaissent presque totalement au cours de la période estivale qui correspond d'ailleurs, plus ou moins, à un arrêt de végétation des Crucifères.

Or, la diapause de l'hôte et celle du parasite monovoltin qui lui est associé (*Ophioninae*), tout en étant l'une et l'autre contrôlées par les facteurs thermiques, le sont selon des modalités différentes. En conséquence, dans la plupart des cas, l'Hyménoptère adulte ne peut rencontrer qu'une fraction de la population du Coléoptère, fraction qui varie constamment et irrégulièrement en fonction des particularités climatiques annuelles. De même, à l'époque où les parasites polyvoltins (*Diospilinae*, *Euphorinae*) ont tendance à se multiplier de plus en plus activement, c'est à dire à l'approche de l'été, il se produit obligatoirement une rapide diminution de la densité des insectes phytophages. Cette raréfaction saisonnière est encore accusée par les particularités biologiques des plantes cultivées. En effet, celles-ci ont une végétation beaucoup plus courte et beaucoup plus homogène que les plantes de la flore spontanée; les insectes phytophages ne peuvent s'y multiplier que pendant un laps de temps relativement limité.

De telles conditions, déjà défavorables par elles-mêmes à un accroissement continu de la densité des parasites, déclenchent une série de phénomènes que rendent encore plus aléatoire la survivance de l'insecte entomophage. Finalement les augmentations fortuites du rapport prédateur-proie qui se produisent soit saisonnièrement, soit accidentellement, se traduisent évidemment par une augmentation du taux de parasitisme mais correspondent en fait à une diminution souvent catastrophique de la densité des insectes entomophages.

Dans certains cas, la compétition devient tellement intense qu'il se produit non seulement une élimination, par un processus physiologique, des larves qui se trouvent en surnombre à l'intérieur d'un même hôte mais aussi une destruction de la quasi-totalité de la descendance des Hyménoptères, vraisemblablement par cannibalisme. Prenons comme exemple le cas de *Diospilus morosus* dont nous avons parlé précédemment. En juillet 1956, le taux de parasitisme avoisinait 100% et il y avait en moyenne 30 parasites par hôte. Pour 100 Altises récoltées, il aurait du normalement éclore près de 100 Hyménoptères adultes ce qui correspond à la destruction de 97% de la descendance du parasite. En fait, par suite d'une compétition trop intense, il n'est sorti que 5 parasites pour 400 larves de Coléoptères soit seulement 0,04% de l'ensemble de la descendance de *Diospilus morosus*.

Dans le cas des parasites imaginaux (*Euphorinae*), l'augmentation saisonnière du taux de parasitisme provoque une réduction encore plus accusée du nombre d'hôtes disponibles pour les générations ultérieures d'insectes entomophages par suite de la mortalité parasitaire qui s'ajoute à la mortalité naturelle. De plus, à certaines espèces d'*Euphorinae* sont associés des parasites secondaires appartenant au genre *Mesochorus* dont l'activité ne s'accroît pas en fonction de la densité du parasite primaire mais du pourcentage de



Coléoptères parasités. Le taux d'hyperparasitisme, négligeable en période de pullulation des insectes phytophages, s'accroît de façon spectaculaire au moment où ces derniers se raréfient et souvent dépasse alors 90%.

Enfin, il se produit parfois des interactions entre les parasites larvaires et les parasites imaginaux. L'accroissement saisonnier du taux de parasitisme imaginal des Coléoptères adultes provoque corollairement une diminution de leur fécondité qui tend à accentuer la raréfaction des stades immatures donc des proies disponibles pour les *Diospilinae* parasites larvaires.

En conclusion, dans un milieu aussi variable et aussi hétérogène, la compétition parasitaire ne résulte d'une augmentation progressive de la densité des Hyménoptères qui devrait aboutir à un contrôle efficace de la population de Coléoptères. Les conditions dans lesquelles se produit cette compétition, s'opposent au contraire à toute action importante du parasite sur la multiplication de son hôte. Elle résulte en effet d'une variation fortuite du rapport prédateur proie qui a pour origine un manque de coïncidence, soit dans l'aire de répartition, soit dans la période de pullulation des deux antagonistes. En conséquence, elle permet d'une part à une partie importante de la population de Coléoptères d'échapper à l'attaque des Hyménoptères. D'autre part, cette compétition provoque la destruction d'une proportion élevée de la descendance du parasite, destruction qui est encore accentuée par divers mécanismes directement ou indirectement liés à la raréfaction des hôtes disponibles. Etant donné la fréquence et l'intensité de ces phénomènes, les insectes entomophages qui ont pourtant un potentiel biotique élevé, ne peuvent limiter efficacement la pullulation de leur hôte pendant la brève période de temps durant laquelle ce dernier est abondant.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ANDREWARTHA, H. G. et BIRCH, L. C. — The distribution and abundance of animals. — Univ. Chicago Press, Chicago, Illinois, 782 p. — JOURDHEUIL, P., 1960. — Influence de quelques facteurs écologiques sur les fluctuations de population d'une biocénose parasitaire. — Annales INRA, série Epiphyties, 11, 455—658. — NICHOLSON, A. J., 1954. — An outline of the dynamics of animal populations. — Aust. Jl. Zool., 2, 9—65. — SOLOMON, M. E., 1957. — Dynamics of insect population. — Ann. Rev. Ent. 2, 121—142. — THALENHORST, W., 1950. — Die Koinzidenz als gradologisches Problem. — Z. ang. Ent., 32, 1—48. — THOMPSON, W. R., 1956. — The fundamental theory of natural and biological control. — Ann. Rev. Ent., 1, 379—402. — VARLEY, G. C. et ROY, L. E., 1957. — The bearing of parasite behaviour on the dynamics of insect host and parasite population. — Jl. An. Ecol., 26, 471—477. — VOUTE, A. D., 1958. — On the regulation of insect populations. — Proc. 10<sup>e</sup> Int. Congr. Ent. Montreal 1956, 4, 109—114.

## THE EFFECTS OF A CHANGING HABITAT ON THE POPULATION OF A CHRYSOMELID BEETLE PHYTODECTA OLIVACEA FORSTER

N. WALOFF, London

Manuskript nicht eingelangt

#### ABSTRACT

The Chrysomelid beetle, *Phytodecta olivacea* Forster lives on broom, *Sarothamnus scoparius* (L.) Wimm. A five year study of the population changes of the beetle have been carried out in a small and a restricted area occupied by *S. scoparius*. The host plant is relatively short lived most of the bushes dying after 12—14 years. The experimental area was old and was rapidly declining in the last three years of this study (1956—1958), and while many plants were dying, regeneration

was very slow. After the severe winter of 1955—1956 the area occupied by living broom was reduced to a half. The spring population of beetles which had overwintered in the soil became concentrated on the reduced volume of the host plant. The induced increase in the density of the beetles was followed by an increase in the density of its immature stages. Simultaneously, the natural enemies, i.e. the predators of *Phytodecta*, some of which are confined to broom (e.g. *Heteroptera-Asciodema obsoletum* (Fieber), *Orthotylus adenocarpi* (Perris), *O. virescens* (Douglas and Scott), *Heterocordylus tibialis* (Hahn), *Anthocoris sarothamni* (Douglas and Scott) were also more concentrated on the reduced volume of the host plant. As a result the population of *Phytodecta* became drastically reduced. It is also of interest that under these circumstances, the small autumn generation of beetles was more heavily attacked by the Braconid parasite *Perilitus dubius* (Wesm) than in any other year of this study.

## SYNPARASITISCHE BEZIEHUNGEN DER TANNENLEPIDOPTEREN IN DER SLOWAKEI

MIROSLAV ČAPEK

Banská Štiavnica, Tschechoslowakei

In den Jahren 1955—1960, anlässlich der großen mittelslowakischen Übervermehrung von *Choristoneura murinana* Hb. und *Epinotia nigricana* H. S., befaßte ich mich mit der Untersuchung der Parasitierung beider Schädlinge. Außer diesen zwei dominanten Arten frißt auf den Tannen eine Reihe anderer Raupenarten (Patočka et coaut. 1960), deren Parasitierung ebenso verfolgt wurde. Aus methodischen Gründen habe ich mich auf die Synusie der Kronen bzw. des Tannenunterwuchses meistens in reinen Tannenbeständen beschränkt. Das Material wurde durch Abklopfen, Untersuchung von Probeästen sowie aus den Photeklektoren nach Patočka (1958) gesammelt, wobei alle gewonnenen Raupen gezüchtet wurden. Durch Vergleich der absoluten Zahlenwerte ergibt sich dabei eine annähernde Übersicht über die relative Vertretung einzelner Arten.

Ursprünglich bin ich also von der Wirtsart als Glied der Tannenwaldbiozönose ausgegangen und aus dem Komplex ihrer verschiedensten Beziehungen habe ich der Gruppe Wirt-Parasit-Beziehungen die besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Da ich in solcher Weise fast sämtliche Tannenlepidopterenarten aus den erwähnten Synusien untersucht habe, bin ich in der Lage, mich auch mit ihren gegenseitigen Beziehungen als Wirte der Parasiten zu befassen. Aus praktischen Gründen habe ich für sie den Termin „synparasitische Beziehungen“ gewählt. Unter dieser Bezeichnung verstehe ich also die gegenseitigen Beziehungen der einzelnen Glieder bestimmter Biozönosen, Synusien, Konnexen usw. als Wirte der Parasiten.

Hinsichtlich der Prinzipien der Wirtswahl bei den Schmarotzern, mit denen sich schon mehrere Autoren befaßten, gibt es verschiedene Ansichten. Am meisten wird angenommen, daß die Beziehung Parasit-Wirt vor allem phyletisch bedingt ist, das heißt, daß die Parasiten bestimmter systematischer Kategorien wiederum bei den Wirten bestimmter systematischer Kategorien schmarotzen. In dieser Hinsicht existieren freilich nicht nur qualitative, sondern auch quantitative Unterschiede und man teilt die Parasiten in poly-, pleo-, oligo- und monophage Arten. In der letzten Zeit kann man aber in der Literatur oft Beispiele treffen, welche beweisen, daß die Wirtswahl bei den Parasiten sich nicht nur nach ihrer systematischen Zugehörigkeit richtet, sondern daß sich hier auch verschiedene andere Einflüsse beteiligen, wie z. B. die Ethologie der Parasiten (Thompson and Parker 1927) sowie die verschiedensten ökologischen Beziehungen (Cushman 1926, Pschorn-Walcher 1957). Für diese Beispiele ist aber die obenerwähnte Einteilung der Parasiten wenig geeignet. So z. B. habe ich regelmäßig aus Eicheln den Ichneumoniden *Ephialtes nucum* Ratz. erzogen, in welchen er einmal an den Larven von *Balaninus* spp. zum zweitenmal an den Raupen von *Laspeyresia splendana* als Ektoparasit lebte. Obzwar es sich offensichtlich um eine ökologisch eng spezialisierte Art handelt, sollte sie doch eigentlich für einen polyphagen Parasiten gehalten werden.

Theoretisch ist in diesem Zusammenhang die Arbeit von Thalenhorst (1950) besonders interessant, in welcher er die Wichtigkeit der Koinzidenz im Raum und Zeit für Verwirklichung

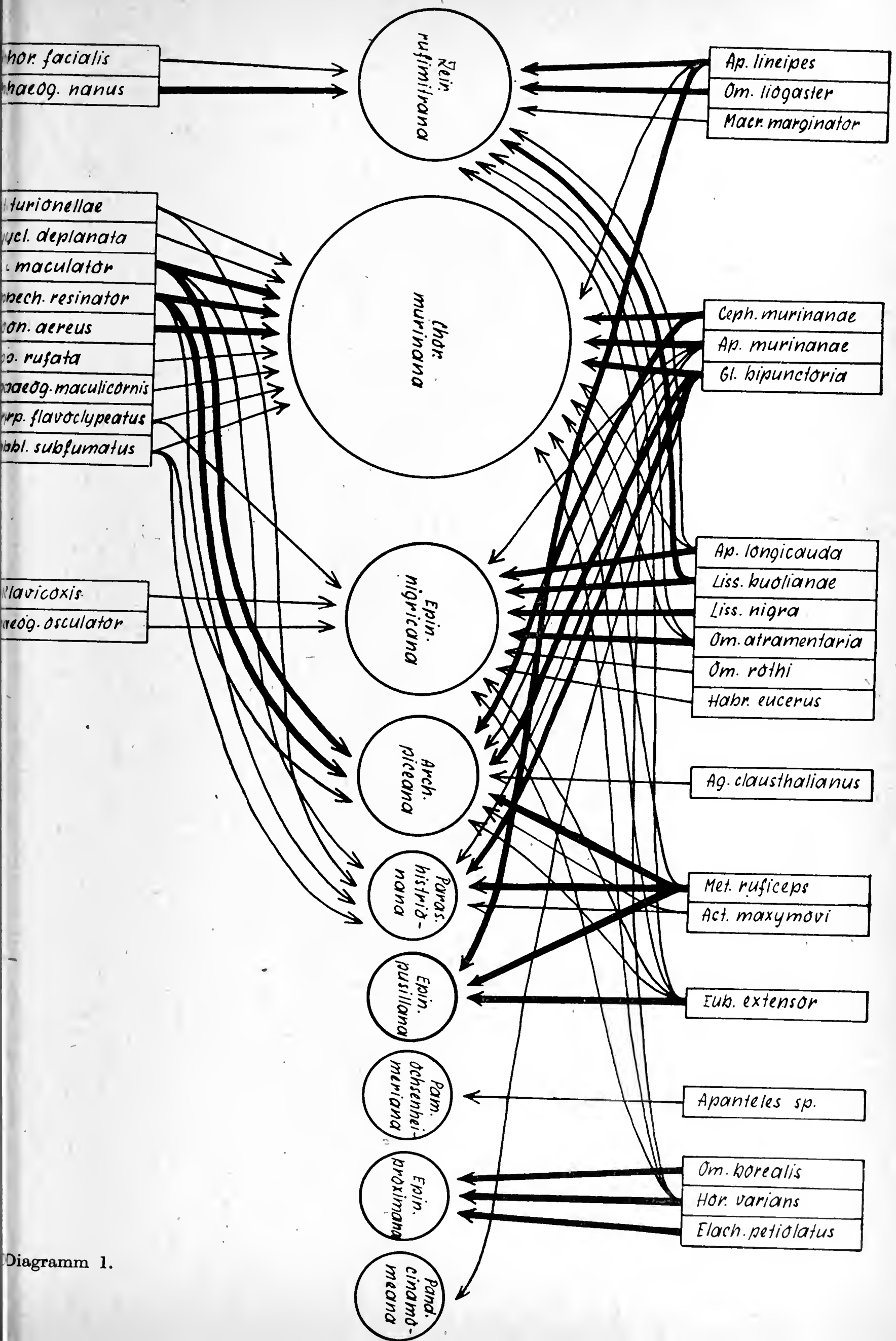


Diagramm 1.

der Beziehung Wirt-Parasit betont. Von praktischer Bedeutung für unsere Arbeit sind aber die Studien über den Wirtswechsel bzw. Parasitenwechsel: Pawlowicz (1936) studierte die Verhältnisse bei Obstbaumschädlingen, Franz (1952) bei Fichtenwicklern, Györfi (1941, 1943/44, 1947, 1949, 1952) und Čapek (1956, 1957) bei den Eichenschädlingen, Schwenke (1954) bei den Kiefernspannern und schließlich Zwölfer und Kraus (1957) und Zwölfer (1957) bei den Eichen- und Tannenwicklern in gemischten Wäldern.

Nach diesem sehr kurzen Überblick der Problematik bzw. verschiedenen Ansichten, möchte ich die aufgeworfenen Fragen mit unseren Erfahrungen auf Grund der systematischen Untersuchung der Parasitierung von Tannenlepidopteren konfrontieren. Wenn wir aus der Thalenhorstschen Konzeption der Koinzidenz im Raum und Zeit ausgehen, braucht nur die zeitliche Koinzidenz berücksichtigt zu werden, da nur eine Synusie bearbeitet wurde. Diese zeitliche Koinzidenz ist in unserem Fall als Hauptkriterium für die Beurteilung der potentiellen synparasitischen Beziehungen anzusehen. Da es sich um eine größere Zahl von Arten handelt, ist es zweckmäßig, dieses Material weiter zu zergliedern. Ich habe deswegen die Wirte in die höheren systematischen Kategorien, konkret in die Familien, eingeteilt; und zwar Wickler, Spanner, Flechtenspinner und Motten, was diesem Zweck voll entspricht. Die untersuchten Wickler (9 Arten) kann man in zwei bionomisch-ökologische Gruppen teilen. In die erste Gruppe reihe ich jene Arten ein, die als Ei (*Zeiraphera rufimitrana* H. S.) oder junge diapausierende Raupe (*Choristoneura murinana* Hb.) überwintern und an diesjährige junge Nadeln angewiesen sind. In der zweiten Gruppe sind die ohne Diapause überwintrenden Arten, die auch an alten Nadeln bzw. Knospen leben können und sich früher als die ersteren verpuppen. Damit ist hier also die Voraussetzung für einen gegenseitigen Austausch der Parasiten zwischen beiden Gruppen gegeben. Zwischen den häufigsten Vertretern beider Gruppen, *C. murinana* und *E. nigricana*, gibt es aber keinen wichtigeren Parasitenaustausch. Bei den gemeinsamen Raupenparasiten geht es um unbedeutende Arten (s. Diagr. 1). Eine Ausnahme bilden hier die beiden *Apanteles*-Arten, die aber bei ihrem Hauptwirt an einer der ersten Stellen stehen, was die Häufigkeit betrifft, während sie bei dem zweiten Wirt fehlen oder ganz unbedeutend sind. Es genügt also hier die fast ideale Koinzidenz im Raum und Zeit nicht und als Hauptkriterium für die Wirtswahl ist die systematische Zugehörigkeit oder noch eher die Lebensweise des Wirtes anzusehen. Etwas anders sieht es bei den Puppenparasiten beider Wickler aus, bei denen die Koinzidenz im Raum nicht erfüllt wird: *C. murinana* verpuppt sich meist in den Kronen, *E. nigricana* in der Bodenstreu. Dadurch wird die Verschiedenheit der Parasitenreihen beider Schädlinge bedingt. Etwas interessanter sind die synparasitischen Beziehungen zwischen *E. nigricana* und *Z. rufimitrana*, indem sich beide ihren wichtigsten Parasiten, den Ichneumoniden *Lissonota buolianae* sowie einige weniger wichtige Parasiten, austauschen. Mit anderen noch nicht erwähnten Tannentortriciden stehen *C. murinana* und *E. nigricana* nur mittels wenig wichtiger Parasiten in synparasitischer Beziehung. Das Gesamtbild über die Verhältnisse bei den Wicklern gibt Diagr. 1.

Viel einfacher ist die Situation bei drei Mottenarten. Sie haben ihre spezifischen Schmarotzer mit keiner der untersuchten Raupenart gemeinsam. Das ist besonders interessant bei *Blastotere sergiella* Retz. (= *Argyresthia illuminatella* Fisch.), die doch in ähnlicher Weise wie *E. nigricana* die Tannknospen ausfrißt. Etwas komplizierter ist die Frage bei den Spannern, von denen ihrer relativ niedrigen Vertretung wegen nur ein kleineres Material als bei den Tortriciden zur Verfügung stand. Die festgestellten Beziehungen (s. Diagr. 2) können kaum eine endgültige Auskunft über die Verhältnisse geben. Trotzdem ist kaum zu erwarten, daß unter den untersuchten Spannern nähere synparasitische Beziehungen festgestellt werden. Dieser Umstand ist sehr interessant, da Voraussetzungen für solche Beziehungen hier existieren (gemeinsamer Biotop, Generationsverhältnisse, gegenseitige systematische Verwandtschaft u. a.).



uppenparasiten

Raupenparasiten

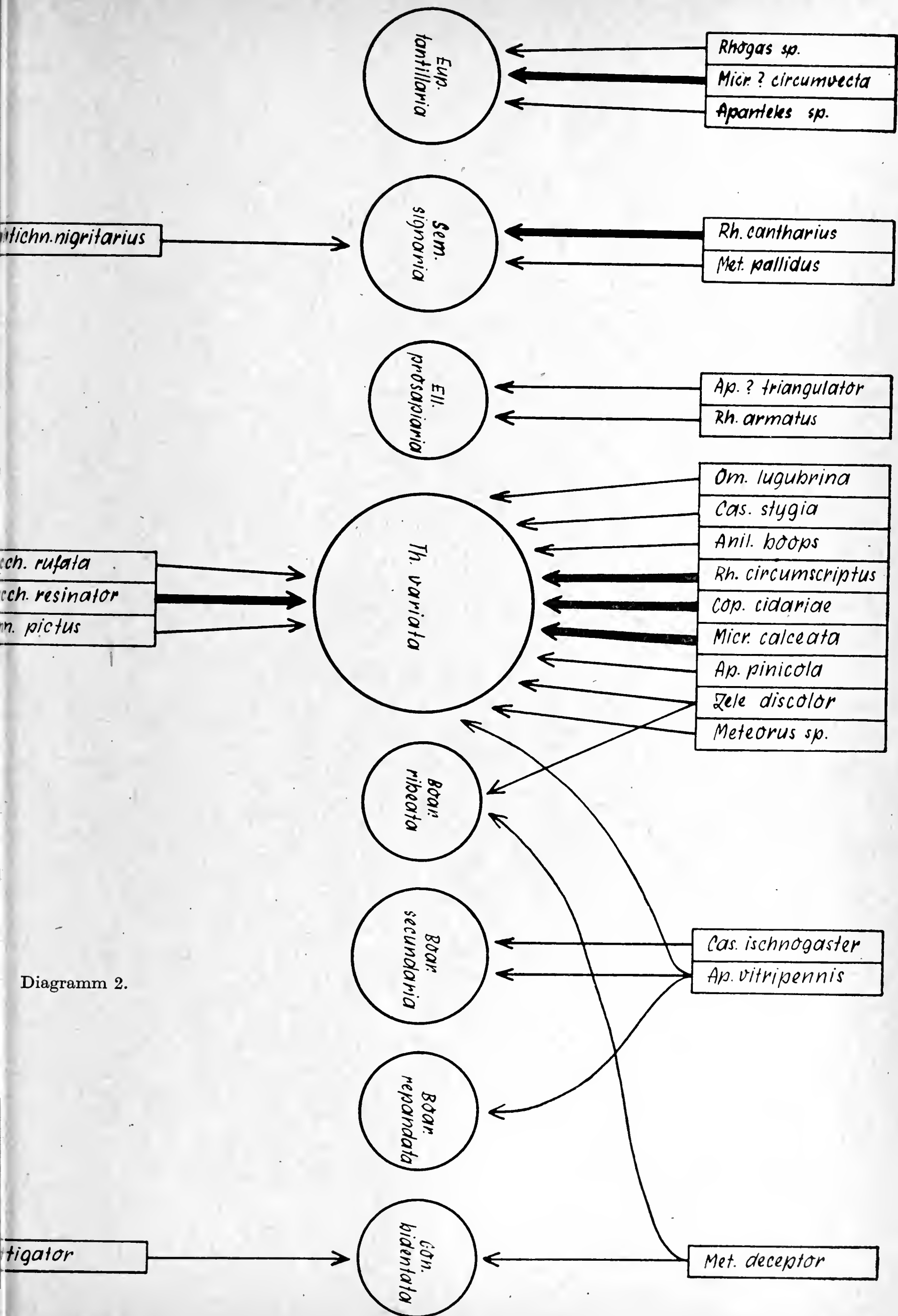


Diagramm 2.

Die relativ umfangreiche Liste der festgestellten sowie angeführten Raupenparasiten, in der nur wenig gemeinsame Arten vorkommen, ruft die Vermutung hervor, daß es sich hier meistens um spezialisierte Schmarotzer handelt. Das betont auch der Umstand, daß in der Liste mehrere Arten aus den Gattungen *Rogas*, *Apanteles*, *Microgaster*, *Meteorus* vorkommen, bei denen die Oligo- oder Monophagie häufig ist, und ferner, daß einige Parasiten fast regelmäßig in verschiedenen Lokalitäten aus demselben Wirt und keinem anderen erzogen wurden (z. B. *Copidosoma cidariae* Mayr., *R. circumscriptus* Nees, *R. cantharius* Lyle, *Casinaria ischnogaster* Th.).

Der Vollständigkeit wegen erwähne ich noch die Flechtenspinner. Auch von ihnen stand mir nur ein kleines Material zur Verfügung. Für beide untersuchten Arten, und zwar *Lithosia quadra* L. und *Eilema deplana* Esp., ist *Apanteles octonarius* Ratz. gemeinsam. Ganz anders sehen die Verhältnisse bei den Puppenparasiten aus. Unter ihnen beteiligen sich vor allem die Ichneumoniden aus der Unterfamilie *Pimplinae*, für welche die Polyphagie typisch ist. Einige von ihnen erwiesen sich als gemeinsam für die Wirte aus verschiedenen Unterfamilien. In diesem Zusammenhang möchte ich auf den Umstand hinweisen, daß sich Lepidopterenpuppen im ganzen qualitativ nur wenig unterscheiden. Dabei ist vornehmlich jener Eigenschaften gedacht, die für den Legeakt des Parasiteneies in die Puppe wichtig sind. In dieser Hinsicht sind die Unterschiede zwischen den Puppen geringer als unter den Raupen.

Aus unseren Erfahrungen mit den synparasitischen Beziehungen der Tannenlepidopteren gehen folgende allgemeine Resultate hervor: die Wirtswahl bei den parasitischen Insekten ist eine komplizierte Frage. Neben der Spezialisierung auf die systematische Stellung des Wirtes, seine Lebensart und seine Nährpflanze betätigt sich hier auch die Koinzidenz im Raum und Zeit. Es ist aber keinesfalls möglich, einen der erwähnten Standpunkte für den wichtigsten und allgemein geltenden zu halten. In diesem Sinne ist es auch die Thalenhorstsche Auffassung der Koinzidenz im Raum und Zeit nur als zwar unentbehrliche Voraussetzung zur Verwirklichung der Beziehung Wirt-Parasit aufzufassen, sie besitzt aber kein größeres Gewicht, als eine ganze Reihe anderer bereits erwähnter Voraussetzungen. Aus unseren Beobachtungen ist vor allem die Spezialisierung der Parasiten auf die Wirte im Rahmen einer Familie auffällig, aber jeder Parasit wählt sich in diesem Rahmen seine Wirte in den durch seine Bionomie, Ekologie und Ethologie gegebenen Grenzen.

#### LITERATURVERZEICHNIS

- CUSHMAN, R. A. 1926: Location of individual hosts versus systematic relation of host species as determining factor in parasitic attack. — Proc. Ent. Soc. Washington 28, 5—6. — ČAPEK, M. 1956: Beitrag zur Kenntnis der Zwischenwirte der Parasiten von Eichen-tortriciden *Tortrix viridana* L. und *T. loefflingiana* L. (slowakisch mit deutsch. u. russ. Res.). — Lesnický časopis 2, 320—330. — ČAPEK, M. 1957: Beitrag zur Kenntnis der Zwischenwirte der parasitischen Insekten von Eichenschädlingen (Lepidoptera) in der Slowakei — Referat am IV. Inter. Pflanzenschutz-Kongr. Hamburg. — FRANZ, J. 1952: Observations on collecting parasites of *Cacoecia bistrionana* Froel. — Bull. Ent. Res. 43, 1—19. — GYÖRFI, J. 1941: Die Ergebnisse meiner Schlupfwespenforschungen mit besonderer Berücksichtigung der Zwischenwirtfrage — Erdészeti Kisérletek 44, 1—489—165. — GYÖRFI, J. 1943/44: Ökologische Untersuchungen aus dem Leben der Hymenopteren — Erdészeti Kisérletek 45, 2—38. — GYÖRFI, J. 1947: Die Bedeutung der ungleichartigen Mischbestände für den Forstschutz — Erdészeti Kisérletek 47. — GYÖRFI, J. 1949: Die Gradation der Schlupfwespen — Erdészeti Kisérletek 49, 1—28. — GYÖRFI, J. 1952: Die Schlupfwespen und der Unterwuchs des Waldes — Zeitschr. angew. Ent. 33, 32—47. — PATOČKA, J. 1958: Anwendung der Photoklektore im Forstschutz — Anz. f. Schädlingssk. 31, 81—83. — PATOČKA, J. et coact. 1960: Die Tannenschmetterlinge der Slowakei (mit Berücksichtigung der Fauna Mitteleuropas); 214 S., Bratislava. — PAWLOWICZ, J. 1936: Beobachtungen über einige in *Porthetria dispar* L., *Malacosoma neustria* L. und *Stilpnotia salicis* L. schmarotzende Hymenopteren und Dipteren — Zoologica Poloniae 1, 99—118. — PSCHORN-WALCHER, H. 1957: Probleme der Wirtswahl parasitischer Insekten — Ber. über 8. Wanderversamml. Dtsch. Ent. München,

Tagungsber. Nr. 11, 79—85. — SCHWENKE, W. 1954: Untersuchungen zum Massenwechsel der Kiefernspanner *Bupalus piniarius* L. und *Semiothisa liturata* Cl. auf vergleichend-biozönotischer Grundlage, Teil 2 — Beitr. z. Entom. 4, 388—451. — THALENHORST, W. 1950: Die Koinzidenz als gradologisches Problem. Eine synökologische Studie — Zeitschr. angew. Ent. 32, 1—48. — THOMPSON, W. R. und PARKER, H. L. 1927: The problem of host relations with special reference to entomophagous parasites — Parasitology 19, 1—34. — ZWÖLFER, H. 1957: Vergleichend-biozönotische Untersuchungen an Parasitenkreisen verwandter Forstschädlinge — Ber. über 8. Wanderversamml. Dtsch. Ent. München, Tagungsber. Nr. 11, 86—97. — ZWÖLFER, H. und KRAUS, M. 1957: Biocoenotic studies on the parasites of two Fir- and two Oak-Tortricids — Entomophaga 2, 73—196.

## ZUR BIOLOGISCHEN BEKÄMPFUNG DER TANNENNADELGALLMÜCKE *AGEVILLEA ABIETIS* HUBAULT (Cecid. Dipt.)

M. POSTNER, München

Die Tannennadelgallmücke *Agevillea abietis* Hubault (Cecid. Dipt.), erstmals 1942 an Jungtannen beobachtet (Hubault 1945, s. auch Barnes 1951) und seit 1954 auch für Süddeutschland als Schädling an Jungtannen (*Abies alba* Mill.) nachgewiesen (Postner 1957), verursacht im Verlaufe vorerst engbegrenzter Massenvermehrungen in Naturverjüngungen, Ansammlungen, Unterbauungen, Vorbaugruppen, Dickungen und Horsten an bis zu 20jährigen Jungwüchsen merkliche Schäden (Postner 1957, 1959, Zwölfer u. Mitarbeiter 1957, 1958, 1959, 1960). Diese sind mit denen durch *Dasyneura balsamicola* Lint. (Cecid. Dipt.), ebenfalls an jüngeren Tannen in Nordamerika hervorgerufenen (Lintner 1888, Giese 1958, Can. Dep. 1956, 1957, 1958, 1959) durchaus vergleichbar.

Die zur Bekämpfung der Gallmücke eingeleiteten Versuche ergaben, daß mittels mechanischer und chemischer Verfahren eine wirkungsvolle Kontrolle des Schädlings möglich ist (Postner 1959, 1960). Zugleich zeigte sich, daß die Verfahren mit Rücksicht auf die natürlichen Feinde der Gallmücke, sowie die unterschiedliche Bestockung der Befallsflächen nur beschränkt anwendbar sind (Postner 1960). Die in den letzten Jahren durchgeführten Untersuchungen über die Parasitierungsverhältnisse der Gallmücke ließen daher die Frage auftauchen, unter welchen Voraussetzungen und in welchem Umfang Parasiten mit Aussicht auf Erfolg zur Unterdrückung des Schädlings herangezogen werden können.

Bei ungestörtem Ablauf der Massenvermehrung der Gallmücke treten als natürliche Gegenspieler die Proctotrupide *Platygaster manto* Walk. (Platyg. Proct.), sowie die Eulophide *Tetrastichus* cf. *inunctus* Nees (Euloph. Chalc.) auf. *Tetrastichus* erscheint Anfang bis Mitte Juli, um seine Eier an die in den Maitriebnadeln der Tanne lebenden Mückenlarven des 1. und 2. Stadiums abzulegen. Die ektoparasitische Zehrwespenlarve entwickelt sich innerhalb von 3—4 Wochen bis zur Imago. Ab Mitte August erscheinen die Imagines der zweiten Generation, deren Nachkommen nunmehr im Larven- bzw. Puppenstadium anstelle der vernichteten Wirtslarven in der Nadel überwintern. Obwohl die Chalcidide zwei Generationen im Jahr hervorbringt, übersteigt ihre Parasitierungsrate in den seltensten Fällen 30—40% der Gallmückenlarven. Ihr Einfluß auf die Populationsbewegungen des Schädlings bleibt daher in mäßigen Grenzen. Anders dagegen liegen die Verhältnisse bei *Platygaster manto*. Die Proctotrupide tritt, wie auch die Gallmücke, in einjähriger Generation auf. Ihre Lebensweise ist ganz auf die ihres Wirtes abgestimmt. Gleichzeitig mit dem Schlüpfen der Mücken, das mit dem Schieben der Tannenknospen zusammenfällt, erscheinen die *Platygaster*-Imagines, um ihre Eier in die an die Maitriebnadeln abgesetzten Mückeneier zu legen.

Die Entwicklung der Proctotrupidenlarve bleibt zunächst hinter der der Wirtslarve zurück. Erst nach dem Auswandern der *Agevillea*-Larve in die Bodenstreu und der Anfertigung des Kokons durch die Mückenlarve führt rasches Wachstum der Parasitenlarve zum Tode des Wirtstieres, dessen erhärtende Larvenhaut der sich bildenden Parasitenpuppe als „Kokon“ dient.

Zufolge hoher Eizahl — mindestens 300—400 Stück gegenüber durchschnittlich 100 je *Agevillea*-Weibchen — und der engen Bindung an den Wirt ist *Platygaster manto* in der Lage, im Verlaufe von zwei bis drei Vegetationsperioden den Schädling einzuholen.

Davon ausgehend wurde versucht, die Schlupfwespe zur biologischen Bekämpfung einzusetzen. Um länger anhaltende Schäden und damit Ausfälle, namentlich an Jungtannen, weitgehend auszuschalten, sollte unter Zuhilfenahme von *Platygaster* eine Beschleunigung des Zusammenbruchs der Massenvermehrung der Gallmücke in parasitenfreien Befallsherden herbeigeführt werden.

Wenn auch der Einsatz endemischer Parasiten gegen einheimische Schadinsekten recht problematisch ist, worauf besonders von Marchal (1907), Stellwaag (1932), Franz (1954) und Sweetman (1958) hingewiesen wurde, läßt sich doch bei entsprechender Anwendung der Überschwemmungsmethode (Stellwaag 1932, Hazelhoff 1928, Wellenstein 1959) die Bevölkerungsdichte eines Schädlings nachhaltig herabdrücken.

Die biologische Bekämpfung mittels der Überschwemmungsmethode ist im vorliegenden Falle dann angebracht, wenn Sämlinge und Jungpflanzen bis zu einem Alter von etwa 10 Jahren stärkstem Neubefall ausgesetzt sind und die Parasiten aus irgendwelchen Gründen auf der Befallsfläche fehlen. Voraussetzung für die Durchführbarkeit der Maßnahme ist das gleichzeitige Vorhandensein alter Schadherde im selben oder in benachbarten Revieren auf dem Höhepunkt der Gallmückenvermehrung, in denen die Parasitierung bereits 80—90% der Larven erfaßt hat.

Gemäß der synchron verlaufenden Lebensweise von *Agevillea abietis* und *Platygaster manto* wurde im Versuch bis spätestens Mitte April die mit parasitierten Kokons besetzte Streu vom alten Schadherd auf die neue Befallsfläche übertragen. Dabei genügte es, die Bodenstreu im Umkreis von 0,5—1,0 Meter um die befallenen Jungtannen zu entfernen, da sich die Gallmückenlarven stets im unmittelbaren Umkreis um die befallenen Bäumchen zur Verpuppung in die Streuschicht begeben. Bei der Verteilung der gewonnenen Streu auf dem neuen Schadherd wurde in der Weise verfahren, daß die Streumenge von etwa 1 m<sup>2</sup> um die Stämmchenbasis von 10 Jungtannen ausgebreitet wurde. Die große Ortstreue der *Platygaster*-Imagines, die im wesentlichen durch deren geringe Flugbereitschaft bedingt ist, fand dabei Berücksichtigung. Die oben angegebene Streumenge wurde auf Grund von Überschlagsrechnungen zu Ende der dem Versuchszeitpunkt vorangegangenen Vegetationsperiode festgelegt. Daß die Streumenge ausreichend war, zeigte die nach Beendigung des Versuches eingetretene Parasitierung der *Agevillea*-Larven. Während auf der unbehandelten Kontrollfläche durch teilweisen Überflug von Schlupfwespen 6% der Gallmückenlarven parasitiert wurden, betrug der Anteil der durch *Platygaster* parasitierten Larven auf der Versuchsfläche 86% (Postner 1960).

Es konnte somit erreicht werden, daß das sich im günstigsten Falle über mindestens zwei bis drei Vegetationsperioden hinziehende Ansteigen der Parasitenpopulation wesentlich beschleunigt wurde. Die zu befürchtenden Schäden an den Jungtannen blieben in der Vegetationsperiode 1960 auf der neuen Schadfläche demzufolge aus.

Der Versuch beweist, daß mit Hilfe der Überschwemmungsmethode durchaus befriedigende Ergebnisse erzielt werden können, ohne dabei einen im Bereiche der



Forstwirtschaft in den meisten Fällen untragbaren Aufwand an kostspieligen und zeitraubenden Massenzuchten in Kauf nehmen zu müssen. Verglichen mit den Ausgaben für eine chemische Bekämpfung, die sich bei Behandlung 5—8jähriger Unterbauungen oder Ansamungen auf insgesamt 40.— bis 50.— DM je ha belaufen, liegen die Kosten für eine biologische Bekämpfung in der geschilderten Weise auf gleich großer Fläche mit 60.— bis 80.— DM durchaus noch im Bereich der Wirtschaftlichkeit.

Die naturgemäß geringen Flächengrößen der zu behandelnden Schadherde erlauben im Hinblick auf den zu erwartenden Erfolg eine derartige Bekämpfung, die zudem den Erfordernissen der Waldhygiene in idealer Weise Rechnung trägt.

#### LITERATUR

- BARNES, H. F. 1951, Gall Midges of economic Importance. Vol. V. Trees. — Grosby Lockwood, London. S. 70—71. — CANADA DEPARTMENT OF AGRICULTURE 1956, Annual Report of the Forest Insect and Disease Survey. Can. Dep. of Agric. Ottawa, S. 14; 1957, Annual Report. S. 12, 46; 1958, Annual Report. S. 12; 1959, Annual Report. S. 13, 20, 59. — FRANZ, J. 1954, Möglichkeiten, Grenzen und Aufgaben der biologischen Schädlingsbekämpfung in Deutschland. — Anz. Schädln. 27, 97—102. — GIESE, R. L., D. M. BENJAMIN und J. E. CASIDA 1958, Results of Trunc Implantation of Systemic Insecticides in Conifers. — Journ. econ. Ent. 51, 400—401. — HAZELHOFF, E. H. 1928, Biologische Bestrijding van Insectenplagen met Behulp van inheemische Parasieten. — Handelingen v. h. vijfde Nederlandsch. Indisch Naturwetenschappelijk Congres. S. 437—444. — HAZELHOFF, E. H. 1928, Biological control of a sugar cane Aphid by transferring its native parasite from the old to the young field. — Proc. of the Int. Congr. Entom. Ithaca. S. 55—61. — HUBAULT, E. 1945, Un parasite non encore signalé des aiguilles du sapin blanc (*Abies alba* Mill.). — Bull. biol. de la France et de la Belgique 79, 17—30. — LINTNER, J. A. 1888, Fourth Report on the Injurious and other Insects of the State of New York. — 41. Rep. N. Y. St. Mus. S. 27 und 60—63. — MARCHAL, P. 1907, Utilisation des insectes auxiliaires entomophages. — Ann. de l'Institut. Nat. Agron. 6, 1—74. — POSTNER, M. 1957, Beachtenswerte Schäden an Jungtannen, verursacht durch die Tannennadelgallmücke. — A. F. Z. 12, 18. — POSTNER, M. 1957, Die Tannennadelgallmücke *Agevillea abietis* Hubault (*Cecid. Dipt.*), ein beachtenswerter Schädling an Jungtannen. — Fw. Cbl. 76, 89—95. — POSTNER, M. 1959, Zum Auftreten der Tannennadelgallmücke *Agevillea abietis* Hubault (*Cecid. Dipt.*) in Süddeutschland. — Anz. Schädln. 32, 23—26. — POSTNER, M. 1959, Die Bekämpfung der Tannennadelgallmücke *Agevillea abietis* Hubault (*Cecid. Dipt.*) unter Berücksichtigung der Parasitierungsverhältnisse. — Z. ang. Ent. 45, 60—65. — POSTNER, M. 1960, Die biologische Bekämpfung der Tannennadelgallmücke *Agevillea abietis* Hubault (*Cecid. Dipt.*) mit Hilfe der Schlupfwespe *Platygaster manto* Walk. (*Platyg. Proct.*). — Fw. Cb. 79, 158—161. — POSTNER, M. 1960, Befall der Gallmücke *Agevillea abietis* Hubault (*Cecid. Dipt.*) an Jung- und Alttannen. (Zur Frage der Identität von *Agevillea abietis* und *Diplosis abietis pectinatae* n. n.) — Z. ang. Ent. 46, 379—384. — POSTNER, M. 1960, Zur Bekämpfung der Tannennadelgallmücke *Agevillea abietis* Hubault (*Cecid. Dipt.*). — Z. ang. Ent. 47, 42—45. — STELLWAAG, F. 1932, Methoden der biologischen Bekämpfung schädlicher Insekten im Pflanzenschutz. — In Handbuch der biol. Arbeitsmethoden Abderhalden. Urban u. Schwarzenberg Vlg., S. 603—660. — SWEETMAN, H. L. 1958, The Principles of Biological Control. — W. M. C. Brown Comp., Dubuque Iowa. S. 326—329. — WELLENSTEIN, G. 1959, Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von Krankheitserregern, Nutzinsekten und Vögeln im praktischen Forstschutz. — Fw. Cbl. 78, 150—166. — ZWÖLFER, W. und Mitarbeiter 1957, Zur Forstschädlingsprognose 1957 für Bayern. — A. F. Z. 12, 229—231. — ZWÖLFER, W. und Mitarbeiter 1958, Zur Forstschädlingsprognose 1958 für Bayern. — A. F. Z. 13, 236—238. — ZWÖLFER, W. und Mitarbeiter 1959, Zur Forstschädlingsprognose 1959 für Bayern. — A. F. Z. 14, 406—407. — ZWÖLFER, W. und Mitarbeiter 1960, Zur Forstschädlingsprognose 1960 für Bayern. — A. F. Z. 15, 282—284.

#### DISKUSSION

W. BERG: Wurde bei gefundener *Tetrastichus*-Art endoparasitische Lebensweise beobachtet?

POSTNER: Nein, ektoparasitische, im Gegensatz zu anderen *Tetrastichus*-Arten.

# EIN VERSUCH ZUR BEKÄMPFUNG DER KLEINEN FICHTENBLATTWESPE (*Pristiphora abietina* Christ.) DURCH ANSIEDLUNG DER ROTEN WALDAMEISE (*Formica polyctena* Först. bzw. *F. rufa* L.)

F. SCHWERDTFEGGER, Göttingen

In einem Schadgebiet der Kleinen Fichtenblattwespe *Pristiphora abietina* Christ. im Forstamt Cloppenburg (Oldenburg), wo seit Jahren üble Fraßschäden auftraten (3, 4, 5), wurde in Zusammenarbeit mit den Herren Professor K. Gößwald (Würzburg) und Dr. H. Bruns (Hamburg) eine künstliche Vermehrung der Roten Waldameise *Formica polyctena* Först. bzw. *F. rufa* L. durchgeführt. Ihr Ziel war, zu zeigen, ob und in welchem Ausmaß eine dichte Ameisenpopulation die Abundanz der Blattwespe zu beeinflussen vermag. Vorausgeschickt sei, daß die Kleine Fichtenblattwespe kein besonders günstiges Objekt des Ameiseneinsatzes ist: fast 11 Monate des Jahres ruht sie geschützt im Kokon in der Nadelstreu; das vorzugsweise angreifbare Larvenstadium ist kurz und dauert nur 2—4 Wochen; die Ameisen benötigen eine Gewöhnungszeit von 1—2 Wochen, ehe sie die Larven einzutragen beginnen (1); infolgedessen stehen den Ameisen zur Einwirkung nur 2—3 Wochen zur Verfügung.

Inmitten eines gleichförmigen Waldgebietes, das mit etwa 60jährigen Fichten-Kiefern-Mischbeständen bestockt war, wurde eine rund 35 ha große Fläche zur Besiedlung mit Ameisen ausgewählt. Ringsum waren vergleichbare Bestände, die ameisenfrei blieben, vorhanden. Die Ansiedlung erfolgte hauptsächlich in den Jahren 1952—1955; in den folgenden Jahren wurden noch einige Ergänzungen vorgenommen (Tabelle 1). Im Sommer 1959 waren 260 belebte, ziemlich gleichmäßig über die Fläche verteilte Nester und Ableger vorhanden, das sind etwa 7,5 je Hektar. Es gehört nicht zu meinem Thema, über die Technik der Ansiedlung und die Entwicklung der Kolonien zu sprechen (2); nur soviel sei gesagt, daß die Nester im allgemeinen gut gediehen und ein zunächst sehr starkes, später sich abschwächendes Wachstum zeigten. Als Beispiel wird in Abbildung 1 die durchschnittliche Entwicklung der im Jahre 1952 angesiedelten Nester vorgeführt.

Tabelle 1

Zahl der von 1952 bis 1959 auf der Versuchsfläche in Cloppenburg angesiedelten Nester der Roten Waldameise und Bestand an Nestern und Ablegern im Sommer des betreffenden Jahres.  
Nach Bruns 1960

Jahr	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959
Angesiedelte Nester	46	66	116	47	2	17	22	7
Bestand an Nestern	41	108	253	284	272	277	278	260

Es war vorgesehen, vom Jahre 1955 ab, nach Abschluß der Ansiedlung, durch jährlich vorgenommene Suchen nach Kokons der Kleinen Fichtenblattwespe deren Populationsdichte auf der Ameisenfläche und auf benachbarten Vergleichsflächen zu ermitteln, und auf diese Weise eine etwaige Auswirkung der Ameisenansiedlung zu erfassen. Das Vorhaben wurde beeinträchtigt durch einen nicht voraussehbaren Umstand: ab 1954 machte sich im ganzen Gebiet eine starke Abnahme der Blattwespen bemerkbar, die im Laufe der folgenden Jahre zum Erlöschen der Fraßschäden führte. Worauf dieses natürliche Ende der Gradation zurückzuführen ist, soll hier unerörtert bleiben (näheres in 3). Es bedeutete, daß der Effekt der Ameisenansiedlung nur mehr auf eine Blattwespenpopulation in den Stadien der Retrogradation und der Latenz verfolgt werden konnte.

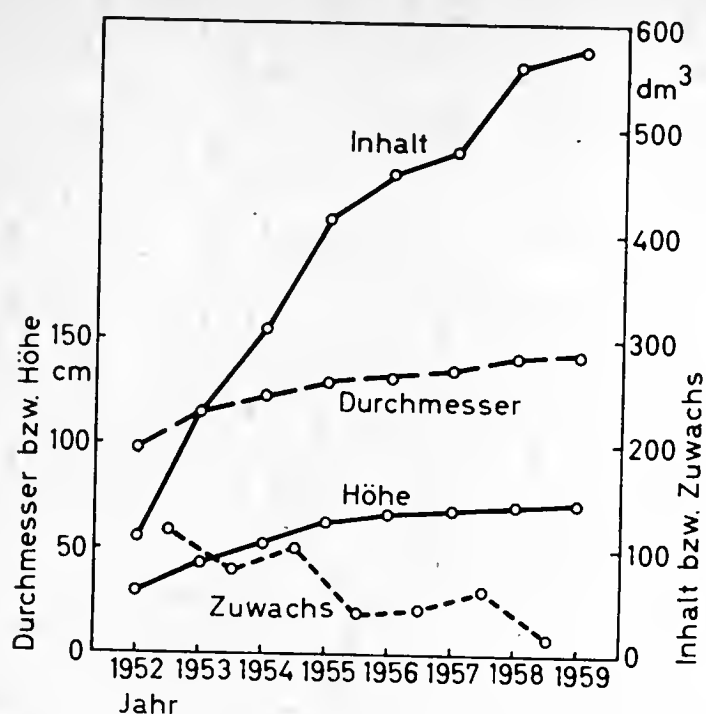


Abb. 1. Durchschnittliche Entwicklung der im Jahre 1952 angesiedelten Ameisennester. Höhe und Durchmesser des Nesthügels in cm, Inhalt (errechnet als Paraboloid nach der Formel  $I = \frac{\pi d^2 h}{8}$ ) und jährlicher Zuwachs (als Differenz der Inhalte zweier aufeinanderfolgender Jahre) in dm<sup>3</sup>. Nach Zahlenangaben von Bruns 1960.

Die Suchen nach Blattwespenkokons wurden alljährlich an denselben gekennzeichneten Fichtenstämmen auf Flächen von 25 × 25 cm<sup>2</sup> ausgeführt (über ihre Technik vgl. in 3). Neben den vollen Kokons der jeweils sich entwickelnden Generation fanden sich alte, leere Kokons aus früheren Generationen. Da viele Jahre vergehen, ehe die Kokons verwittern, und die Abundanz der Blattwespen in den Jahren zuvor sehr viel höher gewesen war, betrug die Zahl der alten Kokons regelmäßig ein Vielfaches der frischen vollen. Sie konnte keine Auskunft geben über einen etwaigen Einfluß der Ameisenansiedlung, weil die Hauptmasse der alten Kokons aus der Zeit vorher stammte. Gerade deshalb aber erwiesen sie sich als wertvoll für die Beantwortung der Frage, ob Ameisen- und Vergleichsflächen wirklich vergleichbar waren, mit anderen Worten: ob, bevor eine Wirkung der Ameisen einsetzen konnte, die Abundanzen der Kleinen Fichtenblattwespe auf den Flächen gleich waren. Es zeigte sich (Abb. 2), daß die variationsstatistische Verteilung der Fundzahlen für die alten Kokons auf Ameisen- und Vergleichsflächen ziemlich genau übereinstimmte. Im einzelnen waren die Suchstellen mit höherem Kokonbesatz auf der Vergleichsfläche etwas zahlreicher als auf der Ameisenfläche. Entsprechend lag der mittlere Kokonbelag bei sämtlichen Suchen auf der Vergleichsfläche um 8—20% höher als auf der Ameisenfläche; doch waren die Unterschiede nicht groß genug, um sich statistisch sichern zu lassen.

Die jeweils gefundenen vollen Kokons der laufenden Generation zeigten eine andere Verteilung als die alten Kokons (Abb. 3). Während deren Verteilung einigermaßen

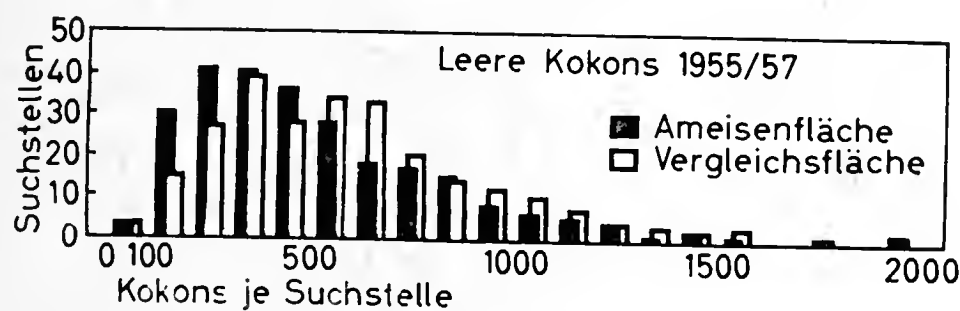


Abb. 2. Funde an alten, leeren Kokons der Kleinen Fichtenblattwespe auf Ameisen- und Vergleichsfläche, summiert für die vier Suchen 1955—1957.

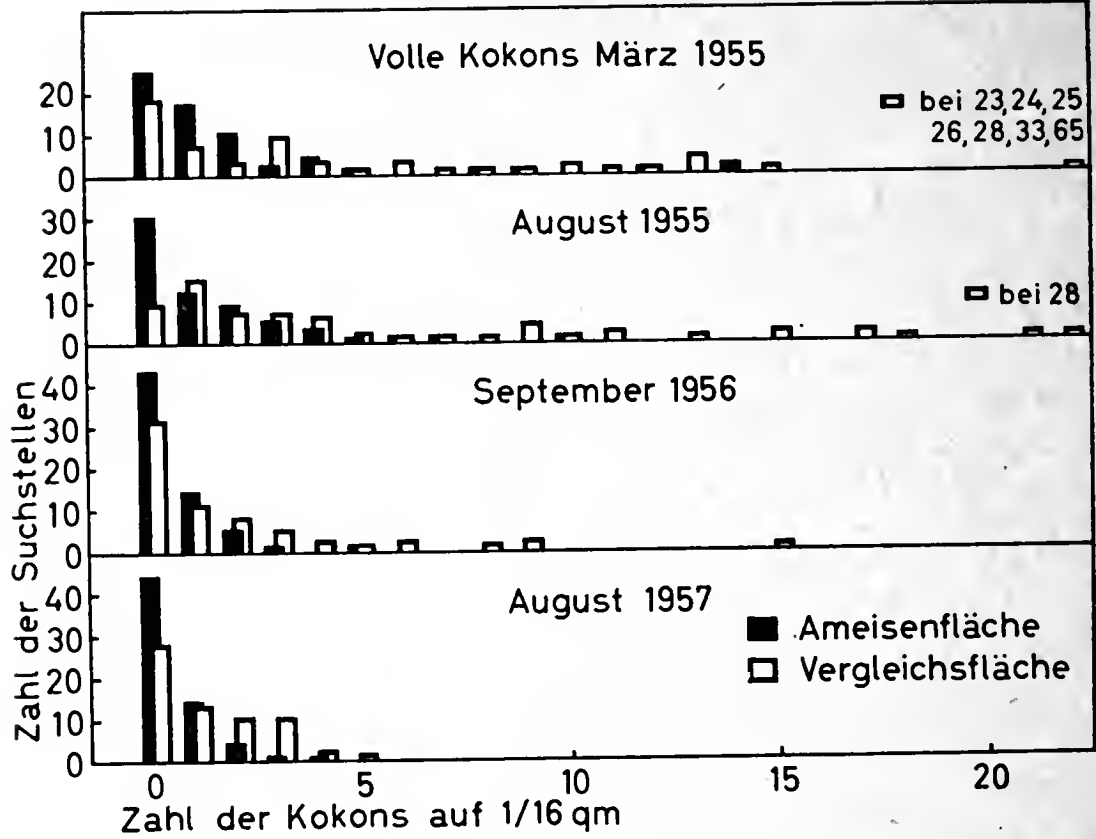


Abb. 3. Funde an frischen, vollen Kokons der Kleinen Fichtenblattwespe auf Ameisen- und Vergleichsfläche bei den Suchen 1955—1957.

einer Glockenkurve entsprach, ergaben die Suchzahlen der vollen Kokons einseitige Kurven mit dem Maximum der Amplitude bei Null. Weiterhin wies die Verteilung der Kokonzahlen auf der Ameisen- bzw. der Vergleichsfläche gleichartige Unterschiede auf. Die Zahl der Suchstellen ohne Kokonfund war jeweils auf der Ameisenfläche größer als auf der Vergleichsfläche; auf dieser fanden sich Stellen mit hohen Kokondichten, die auf der Ameisenfläche gänzlich fehlten.

Summarisch sind für die Jahre 1955 bis 1959 die Fundzahlen der vollen Kokons sowie einige Ergebnisse der an diesen angestellten Untersuchungen in Tabelle 2 zusammengestellt. In jedem Jahr fanden sich auf der Ameisenfläche wesentlich weniger

Tabelle 2

Ergebnisse der Suchen und Untersuchungen an vollen Kokons der Kleinen Fichtenblattwespe auf Ameisen- und Vergleichsfläche in den Jahren 1955—1959

Suche	Fläche	volle Kokons je Suchstelle	Weibchen %	Parasitierte %	Kranke %
März 1955 .....	Ameisen	1,85	74	26	
	Vergleich	6,85	78	23	
August 1955.....	Ameisen	1,23	67	47	34
	Vergleich	5,17	59	53	24
September 1956.....	Ameisen	0,34	56	32	27
	Vergleich	1,51	69	33	33
August 1957.....	Ameisen	0,36	33	17	44
	Vergleich	1,16	50	46	30
September 1958.....	Ameisen	0,06		25	50
	Vergleich	0,48	50	42	26
September 1959.....	Ameisen	0,22	50	43	
	Vergleich	0,50	57	31	



Kokons als auf der Vergleichsfläche; ein starker Einfluß der Ameisenansiedlung auf die Abundanz der Blattwespe ist unverkennbar. Die Weibchenanteile dagegen unterschieden sich wenig und nicht gleichsinnig; dasselbe trifft für die Anteile der parasitierten und der als krank bezeichneten verpilzten, verjauchten oder vertrockneten Kokons zu. Die Tätigkeit der Ameisen hat also gleichmäßig männliche und weibliche Individuen erfaßt und keinen nachweisbaren Einfluß auf das Parasitierungs- und Krankheitsprozent ausgeübt. Die Ameisenansiedlung wirkte sich lediglich auf die Abundanz, nicht aber auf andere erfaßte Strukturmerkmale der Blattwespenpopulation aus.

Wie hoch der Effekt auf die Abundanz war, wurde in Tabelle 3 nach zwei Methoden errechnet. Einmal ist, in der vorletzten Spalte, einfach die jeweilige Zahl der vollen Kokons auf der Ameisenfläche als Prozent derjenigen auf der Vergleichsfläche aufgeführt; die erste Zahl 27 würde bedeuten, daß gegenüber 100 Kokons auf der Vergleichsfläche nur 27 auf der Ameisenfläche gefunden wurden, auf dieser also eine Reduktion auf 27% bzw. um 73% erfolgte. Da aber auch an alten Kokons auf der Vergleichsfläche stets mehr gefunden wurde als auf der Ameisenfläche, läßt sich einwenden, daß bereits vor der Ameisenansiedlung die Abundanzen der Blattwespe verschieden waren, eine einfache Prozentrechnung also zu fehlerhaften Resultaten führt. Deshalb wurde in der zweiten bis sechsten Spalte der Tabelle für jede Suche und Fläche der Quotient volle zu leere Kokons errechnet und in der letzten Spalte der Quotient der Ameisenfläche prozentual auf denjenigen der Vergleichsfläche bezogen. Damit wurde die Ungleichheit in den Zahlen alter Kokons eliminiert. Beide Prozentzahlreihen differieren nur wenig voneinander. Innerhalb der Reihen sind die Unterschiede der Einzelwerte zunächst gering, bei den drei letzten Suchen jedoch beträchtlich; dies dürfte zusammenhängen mit der sehr stark abgesunkenen Abundanz der Blattwespe und der infolgedessen größeren Zufälligkeit der Suchergebnisse. Faßt man alle Werte zusammen, so ergibt sich eine laufende Reduktion der Kokondichte auf durchschnittlich 27 bzw. 30%.

Tabelle 3  
Effekt der Ameisenansiedlung auf die Abundanz der Kleinen Fichtenblattwespe

Suche	Kokons auf Ameisenfläche			Kokons auf Vergleichsfläche			Volle Kokons % Ameisenfläche zu Vergleichsfläche	Quotient % Ameisenfläche zu Vergleichsfläche
	volle	leere	Quotient	volle	leere	Quotient		
März 1955	1,85	450	0,0041	6,85	487	0,0141	27	29
August 1955	1,23	518	0,0024	5,17	622	0,0083	24	29
Sept. 1956	0,34	466	0,00073	1,51	556	0,00272	22	25
August 1957	0,36	617	0,00058	1,16	703	0,00165	31	35
Sept. 1958	0,06	538	0,00012	0,48	603	0,00080	13	15
Sept. 1959	0,22	308	0,00071	0,50	334	0,00150	44	47

Dieser Erfolg des Ameiseneinsatzes muß angesichts der eingangs erwähnten Tatsache, daß die Kleine Fichtenblattwespe kein günstiges Objekt für ihn ist, als beachtlich angesehen werden. Er wurde erzielt bei geringer Dichte der Blattwespe. Daraus läßt sich schließen, daß durch Einsatz der Roten Waldameise eine aus geringer Dichte sich anbahnende Vermehrung der Kleinen Fichtenblattwespe unterdrückt werden könnte.

Ob dieser Schluß gerechtfertigt ist, müssen weitere Beobachtungen bei günstiger Gelegenheit zeigen. Da das Reduktionsvermögen der Ameisenpopulation infolge der sehr kurzen Einwirkungszeit, welche sie gegenüber der Kleinen Fichtenblattwespe besitzt, beschränkt ist, dürfte eine ausreichende Präventivwirkung nur bei nicht zu plötzlicher Vermehrung der Blattwespenpopulation, also bei laufend niedrigen Vermehrungskoeffizienten gewährleistet sein.

Im übrigen kam es mir in meinem Vortrag weniger darauf an, die Erfolgsmöglichkeiten des Ameiseneinsatzes gegen einen bestimmten Forstschädling zu demonstrieren, als mit einer langjährigen Untersuchung bekanntzumachen, in welcher es unternommen wurde, die Auswirkungen einer großräumigen Ameisenansiedlung einmal zahlenmäßig exakt nachzuweisen.

#### LITERATUR

1. BRUNS, H.: Wann und in welchem Umfang wird die Kleine Fichtenblattwespe (*Lygaeonematus abietum* Htg.) von der Roten Waldameise (*Formica rufa* L.) eingetragen? — Forstwissenschaftl. Centralblatt 73, 35—40, 1954. — 2. BRUNS, H.: Bericht über die künstliche Ansiedlung und Entwicklung von Kolonien der Roten Waldameise (*Formica polystena* bzw. *Formica rufa*) in einem Schadgebiet der Kleinen Fichtenblattwespe (*Pristiphora abietum*). — Aus dem Walde, im Druck (1960). — 3. OHNESORGE, B.: Untersuchungen über die Populationsdynamik der Kleinen Fichtenblattwespe, *Pristiphora abietina* (Christ.) (Hym. Tenth.). I. Teil. Fertilität und Mortalität. — Zeitschr. angew. Entomologie 40, 443—493, 1957. — 4. OHNESORGE, B.: Die Gradation der Kleinen Fichtenblattwespe *Pristiphora abietina* (Christ.) in Nordwestdeutschland. — Verh. Deutsch. Ges. angew. Entomologie 14, 89—94, 1958. — 5. SCHWERDTFEGGER, F.: Die Kleine Fichtenblattwespe in Niedersachsen. — Aus dem Walde 1, 75—87, 1957.

#### DISKUSSION

E. JAHN: In Österreich hält die Gradation der Kleinen Fichtenblattwespe (*Pristiphora abietina* Christ.) seit 1956 bis zur Zeit mit kleinen Schwankungen noch weiter an. Die Forstliche Bundesversuchsanstalt beabsichtigt auch durch Prof. Dr. O. Wettstein solche Untersuchungen anzustellen und würde sich diesbezüglich gerne mit Prof. Schwerdtfeger in Verbindung setzen.

## LA LOTTA BIOLOGICA CON LE FORMICHE DEL GRUPPO FORMICA RUFA IN ITALIA

MARIO PAVAN

Istituto di Entomologia Agraria dell'Università di Pavia

In Italia lo studio delle Formiche del gruppo *Formica rufa* è stato da noi impostato allo scopo di ricavare nozioni sistematiche, zoogeografiche, sul significato naturale nei riguardi della foresta e sulle possibilità di utilizzazione a scopi pratici per la difesa delle foreste.

Il programma è stato fin dagli inizi sviluppato in collaborazione col Corpo Forestale dello Stato, che ha la tutela di tutto il patrimonio forestale, e con l'Azienda di Stato per le Foreste Demaniali che esercita un diretto controllo su grandi estensioni boschive, Enti dipendenti dalla Direzione Generale per l'Economia Montana e per le Foreste del Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste. In tale modo è stato possibile dare uno sviluppo adeguato, scientifico e pratico, agli studi ed alle sperimentazioni. In questi lavori che hanno avuto inizio nel 1950, hanno collaborato 1500 Agenti forestali ed il personale scientifico e tecnico dell'Istituto di Entomologia Agraria dell'Università di Pavia.

In Italia le Formiche del gruppo *Formica rufa* sono presenti con 5 specie sulle Alpi (*Formica lugubris* Zett., *Formica rufa* L., *Formica polycтена* Foerst., *Formica aquilonia* Yarr., *Formica nigricans* Em.) mentre sull'Appennino è presente soltanto *Formica nigricans* Em. var. *cordieri* Bond. L'esame dei 3000 campioni di popolazioni di Formiche finora raccolti è ancora in corso, soprattutto con la collaborazione del Dr. G. Ronchetti.

Lo studio biologico di queste specie ci ha rivelato che 4 specie nettamente forestali (*F. lugubris*, *rufa*, *aquilonia*, *polycтена*) sono predatrici di Artropodi in generale e sono da considerare utili alle foreste ed utilizzabili per la lotta biologica contro gli insetti dannosi alle foreste; esse hanno popolazioni poligine e policaliche. *Formica nigricans* con la var. *cordieri*, meno attiva predatrice, è da considerare non utile e non utilizzabile ai fini predetti; essa non è infeodata alla foresta (preferisce i margini dei boschi, le radure e forma i nidi anche nelle praterie lontano dalle foreste) e spesso è monogina con colonie mono o paurocaliche.

Le 4 specie utili mancano sull'Appennino; esse sono presenti soltanto sulle Alpi italiane ove colonizzano soprattutto i boschi di conifere, prediligendo soprattutto i boschi di abeti (*Abies alba*, *Picea excelsa*) e Larice (*Larix europaea*); sono rare nei boschi di varie specie di pino le quali forniscono aghi molto più grossi e pesanti e quindi di difficile impiego per la costruzione del nido, rispetto a quelli offerti da *Abies*, *Picea*, *Larix*.

Queste specie utili sono raramente rappresentate nei boschi misti di conifere e latifoglie ove queste prevalgono e non si trovano nei boschi di pure latifoglie. La specie più diffusa è *F. lugubris*, seguono *rufa* e *aquilonia*; rarissima *polycтена*.

Le 4 specie utili sulle Alpi italiane sono presenti con oltre 1 milione di nidi e con una popolazione calcolata di 300 miliardi di operaie. Dai calcoli eseguiti, in una stagione di attività annuale, valutabile in media in 200 giorni, distruggerebbero oltre 14,400.000 chilogrammi di Insetti.

Sviluppando fin dal 1950 il programma di saggiare le possibilità di acclimatazione delle formiche di origine alpina in altri boschi alpini ed anche in boschi dell'Appennino di composizione simile o diversa da quella dei luoghi di origine, sono stati ottenuti importanti risultati di acclimatazione di forti nuclei di *F. lugubris*. Si è accertata una grande plasticità biologica di queste specie e sono stati ottenuti insediamenti, che resistono da 9 anni, in varie località appenniniche, da 200 a 600 Km a sud del luogo di origine, in condizioni di clima, ambiente, altitudine molto diversi da quelli delle località originarie. I nuclei trapiantati hanno dimostrato una intensa attività distruttiva verso numerose specie di Artropodi per la maggior parte dannosi alle foreste e in particolare è stata riscontrata in una zona dell'Appennino in provincia di Pavia una profonda influenza sull'infestazione di Processionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) che è stata praticamente annullata, mentre nella zona circostante al trapianto di *F. lugubris* il ciclo successivo del Lepidottero ha avuto sviluppo normale.

Dal punto di vista dell'adattamento di queste formiche all'impiego di materiali per la costruzione del nido, diversi (più lunghi e pesanti) rispetto a quelli di origine, è stato constatato che i nuclei di *F. lugubris* trapiantati dai boschi di Abete e Larice a boschi di *Pinus nigra* (che fornisce coppie di aghi pesanti anche 15 volte i più di quelli di *Abies* e *Picea* e 70 volte più di quelli di *Larix*) si sono adattate gradualmente alla costruzione del nido con i nuovi materiali. I nuclei trapiantati, dopo il periodo di alcuni anni di sperimentazione dei nuovi materiali li hanno adottati in forma sempre più vasta ed intensa.

E' stato constatato che nuove popolazioni alpine di *F. lugubris* provenienti dal bosco alpino di Abete, portate nella zona appenninica dove la specie di uguale provenienza era già stata trapiantata da anni, sono state immediatamente accolte da tali popolazioni

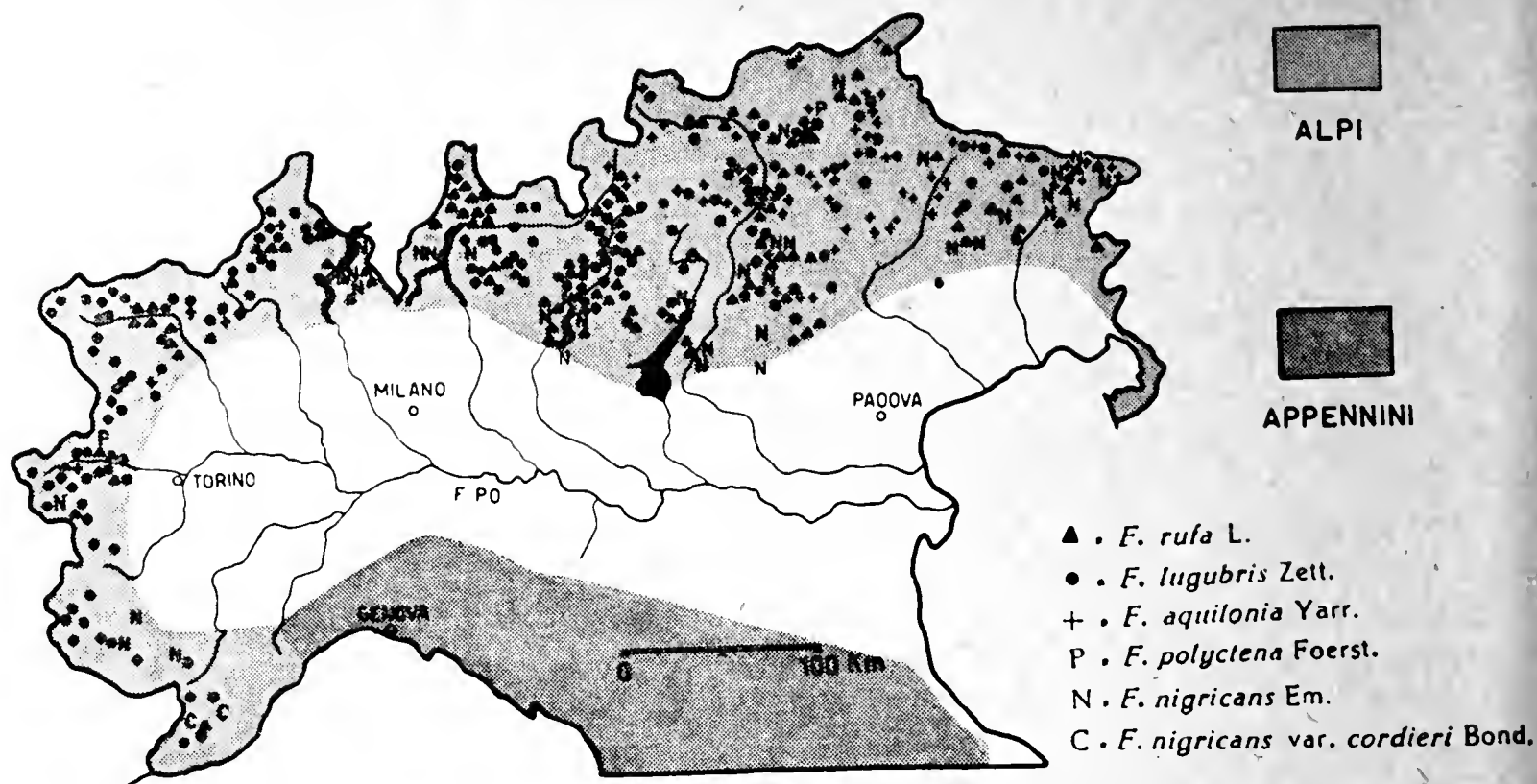


Fig. 1.

di vecchio trapianto ed hanno adottato subito e largamente i nuovi materiali locali per la costruzione del nido, senza passare attraverso lunghe fasi di difficile adattamento. In questi casi gli scambi naturali di popolazioni fra i nidi di vecchio insediamento e i nuovi nidi, hanno portato all'immediato dilagare delle cognizioni e capacità costruttive coi nuovi materiali anche nelle popolazioni dei nuovi nidi.

Le operazioni di trapianto sono state compiute col trasporto ogni volta di centinaia di barili da un ettolitro l'uno pieni di Formiche col materiale del nido originario e con regine. Si sono avuti risultati di acclimatazione e di adattamento anche in boschi misti di conifere e latifoglie (ad esempio *Fagus*, *Abies*, *Picea*). Questi nuclei sono ora in via di sviluppo e i risultati dovranno essere seguiti per vari anni di seguito per controllare il comportamento delle Formiche di fronte al fatto che i materiali di *Fagus* impiegati nella costruzione del nido sono molto meno resistenti dei materiali di conifere. Nei vari campi della ricerca e della sperimentazione sono state di grande utilità le cognizioni e le metodiche di lavoro della Scuola di Gösswald, col quale si sono sempre mantenuti stretti rapporti di collaborazione.

E' stato realizzato un film «La *Formica rufa* protegge i boschi» largamente diffuso in Italia e all'estero e sono state redatte varie pubblicazioni, scientifiche o divulgative, diffuse in parte anche ad opera della Commissione Internazionale di Lotta Biologica (C. I. L. B.) con la quale l'Italia sviluppa una feconda collaborazione in questo campo. Nel maggio 1959 è stata tenuta in Italia una Riunione Internazionale per la Lotta biologica con le Formiche del gruppo *Formica rufa* alla quale hanno partecipato i rappresentanti di 12 Nazioni sotto l'egida del Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, del Ministero della Pubblica Istruzione, e della C. I. L. B. La Riunione si è conclusa con un voto della C. I. L. B. per l'istituzione di un gruppo di lavoro per lo studio di tali problemi su scala internazionale affidato allo scrivente e con sede presso il Centro Internazionale Formiche-Foreste-Agricoltura (C. I. F. F. A.) istituito presso l'Istituto di Entomologia Agraria dell'Università di Pavia. Tale voto trova la più ampia decisione di collaborazione internazionale nelle Autorità Forestali italiane.

I programmi di sviluppo di queste iniziative riguardano non solo l'approfondimento dello studio scientifico dell'intero problema ma anche l'allargamento della sperimenta-



zione pratica a nuove località sia delle Alpi sia dell'Appennino e alle Isole, con estensione degli studi finora svolti anche alle altre specie del gruppo *Formica rufa* finora non ancora saggiate (*F. rufa*, *aquilonia*, *polycтена*). Si svilupperà pure un'intensa collaborazione internazionale anche con scambio internazionale di ceppi particolari di specie utili del gruppo *Formica rufa*.

#### BIBLIOGRAFIA

BAGGINI, A., PAVAN, M., RONCHETTI, G., VALCURONE, M. L.: Primi cenni sui risultati del censimento in corso delle Formiche del «gruppo *Formica rufa*» sulle Alpi Italiane. — Notiziario Forestale e Montano, 1959, 4 (67). — PAVAN, M., 1950: Sugli inizi di un esperimento pratico di lotta biologica con *Formica rufa* L. contro la Processionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa* Sch.). Atti Soc. It. Sc. Nat., 89 (3—4): 195—201. — PAVAN, M., 1951: Primi risultati di un esperimento pratico di lotta biologica con *Formica rufa* L. contro la Processionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa* Sch.). Atti Soc. It. Sc. Nat., 90 (1): 43—54. — PAVAN, M., 1956: La lotta biologica con *Formica rufa* L. contro gli Insetti dannosi alle foreste. — Ministero dell'Agricoltura e Foreste, Collana Verde, 3: 1—24, fig. 1—29. — PAVAN, M., 1959: Attività italiana per la lotta biologica con formiche del gruppo *Formica rufa* contro gli insetti dannosi alle foreste. — Ministero dell'Agricoltura e Foreste, Collana Verde, 4: 1—79.

### NÄHRUNGSSPEZIALISIERUNG BEI DEN PHASIINEN (Diptera, Larvaevoridae) UND IHRE BEDEUTUNG FÜR DIE POPULATIONSDYNAMIK DER WEIZENWANZE *EURYGASTER INTEGRICEPS* PUT.

G. A. WIKTOROW, USSR

Das Studium der Nahrungsbeziehungen einiger Phasiinen-Arten im Nordkaukasus hat gezeigt, daß sie sich nach dem Grad der Nahrungsspezialisierung sehr voneinander unterscheiden. Wie es aus dem Schema ersichtlich ist (Abb. 1), weisen *Ectophasia crassipennis* und *Helomyia lateralis* eine bedeutende Polyphagie auf, indem sie Wirte von verschiedener Körpergröße und systematischer Angehörigkeit ausnutzen. Der Wirtskreis anderer Arten ist mehr oder weniger beschränkt. So ziehen, z. B., die Vertreter der *Rhodogyne*-Gattung und *Cylindromyia brassicaria* größere Pentatominae vor, *Clytiomyia continua* ist mit *Eurydema*-Arten eng verbunden, und die kleinsten Phasiinen-Arten (*Hyalomyia pusilla* und *Cylindromyia rufipes*) sind nur aus den Vertretern der *Stollia*-Gattung gezüchtet worden. In einigen Fällen ist wahrscheinlich solch eine beschränkte Liste von Wirten dem geringen Umfang der von uns studierten Wirte zuzuschreiben, da für *H. pusilla* und *Clytiophasia dalmatica* auch andere Wirte in der Literatur bekannt sind.

Nur zwei Arten (*Clytiomyia belluo* und *Phasia subcoleoptrata*) sind mit *Eurygaster integriceps* und *E. maura* eng verknüpft. *Ph. subcoleoptrata* wechselt ihre Wirte in verschiedenen Generationen im bedeutendem Maße. In der ersten Generation benutzt sie hauptsächlich *E. integriceps* und *E. maura* und seltener *Dolycoris baccarum*, während sie später fast ausschließlich sich dem letzteren zuwendet und in den jungen Weizenwanzen nur selten vorkommt.

Ganz anders benimmt sich *C. belluo*, die sich in zwei Generationen nur auf den *Eurygaster*-Arten entwickelt. Die erste Generation befällt nur überwinterte Wanzen,

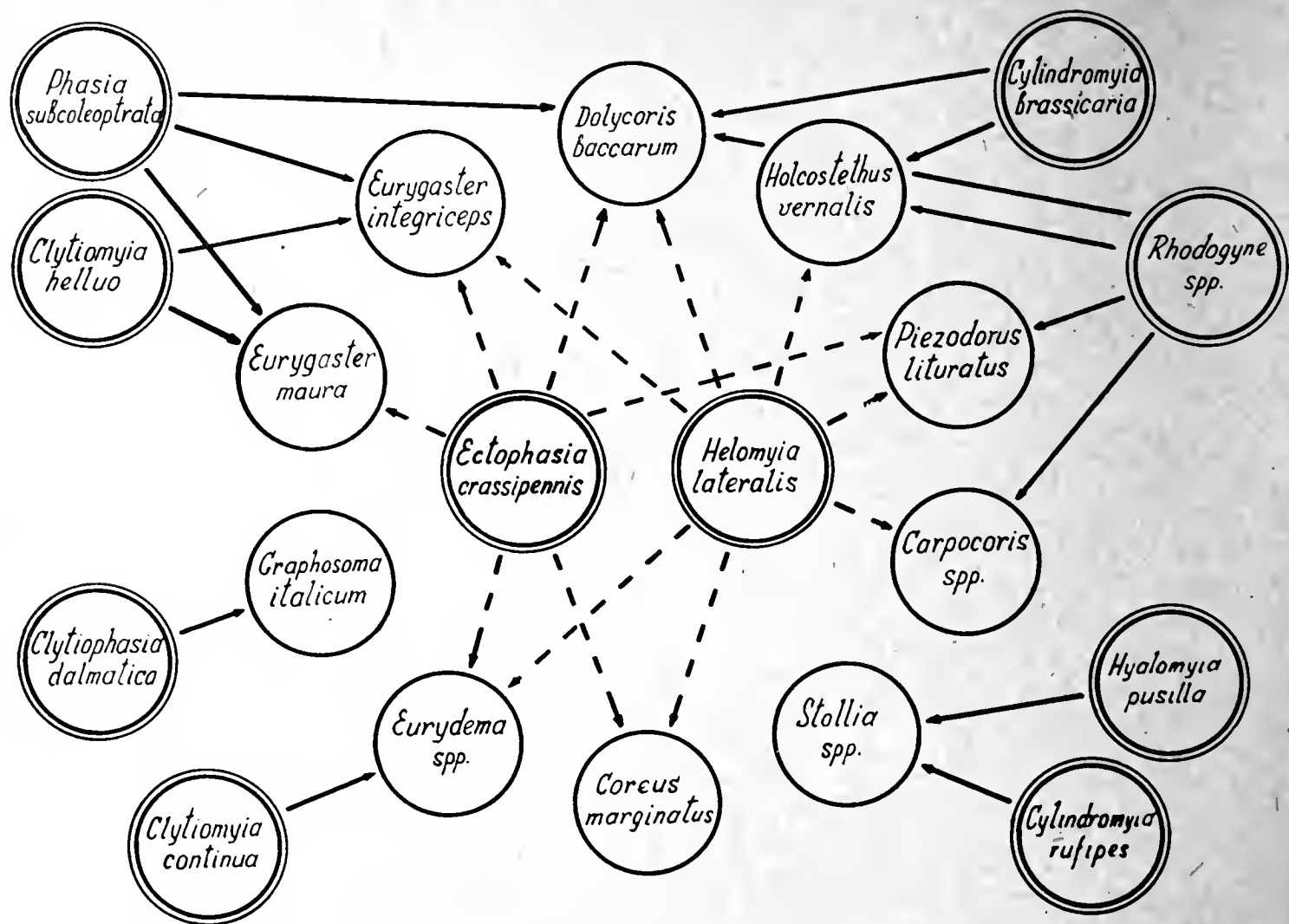


Abb. 1. Nahrungsbeziehungen der Phasiinae.

die zweite — L<sub>5</sub> und junge Imagines, in denen die Fliegenlarve (L<sub>2</sub>) überwintert und ihre Entwicklung im Frühjahr vollendet, nachdem der Wirt in die Felder zurückkehrt.

Die Spezialisierung von *C. belluo* in Beziehung der *Eurygaster*-Arten ist auch experimentell bestätigt worden. Wie Tabelle 1 zeigt, wiesen die Weibchen beider Generationen von *C. belluo* einen klar ausgeprägten Vorzug für *Eurygaster*-Arten auf. An diese Wanzen wurden 97% aller Eier abgelegt, ungeachtet des Vorhandenseins verschiedener anderer Wanzenarten in den Netzkäfigen. Es ist von Interesse, daß in den seltenen Fällen der Eiablage an andere Wanzenarten keine normale Entwicklung des Schmarotzers stattfinden kann. Wurden die Eier an *Graphosoma italicum* abgelegt, so gingen die Larven

Tabelle 1  
Selektivität der Eiablage von *Clytiomyia helluo*

		Anzahl der an den Wanzen abgelegten Eier									
		<i>Eurygaster integriceps</i>	<i>Eurygaster maura</i>	<i>Graphosoma italicum</i>	<i>Dolycoris baccarum</i>	<i>Carpocoris pudicus</i>	<i>Piezodorus lituratus</i>	<i>Holcostethus vernalis</i>	<i>Staria lunata</i>	<i>Eurydema festiva</i>	<i>Coreus marginatus</i>
I. Generation . . . .	Anzahl	111	6	7	0	0	3	0	—	0	—
II. Generation . . . .	Anzahl	288	25	2	0	0	0	1	0	0	0
	Anzahl	399	31	9	0	0	3	1	0	0	0
Insgesamt . . . . .	%	97,1	2,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,2	0,0	0,0	0,0

während ihres Eindringens in den Wirtskörper zugrunde, während im Falle von *Piezodorus lituratus* die Larven des 2. Stadiums zugrunde gingen, da ihre Atmungs-trichter unterentwickelt waren.

Die Phasiinen beeinflussen die Individuenzahl der Weizenwanzen, indem sie die Fruchtbarkeit der Wanzenweibchen durch die parasitäre Kastration herabsetzen. Die von *C. belluo* auf den Feldern vor der Ernte befallenen jungen Weizenweibchen bleiben nach der Überwinterung mit unterentwickelten Eierstöcken; in diesem Falle also entspricht der Parasitierungswert dem Grade der Herabsetzung der Populationsdichte der Nachkommenschaft der gegebenen Wanzen-Population. Die Wirkung der Früh-jahrgeneration der Phasiinen ist viel schwieriger quantitativ zu bewerten, da sie die Schädlingsweibchen befallen und kastrieren, erst nachdem sie die Eier teilweise schon abgelegt hatten.

Die Anzahl von Phasiinen unterlag im Laufe von Untersuchungsjahren großen Schwankungen. Bei im allgemeinen nicht hohem Befallsgrade der überwinterten Wanzenweibchen im Jahre 1956 (weniger als 20—30%), dominierte *Phasia subcoleoptrata* ganz deutlich. In den zwei nachfolgenden Jahren erreichte die Parasitierung durch Phasiinen 90% und mehr, wobei *C. belluo* die vorherrschende Art war. Die Individuenzahl dieser Art unterliegt also viel bedeutenderen Schwankungen, als die von *Ph. subcoleoptrata*. Eine Analyse der Ursachen dieser Schwankungen ist von besonderem Interesse, da *C. belluo* die Züge eines spezialisierten Parasiten der *Eurygaster*-Arten aufweist und sich nur in diesen Wanzen vermehren kann.

Die durchgeführten Beobachtungen haben gezeigt, daß die Dauer des Kontaktes der Schmarotzerweibchen der Sommergeneration mit jungen Wanzen auf Feldern eine bedeutende Einwirkung auf die Anzahl von *C. belluo* ausübt; die Dauer dieses Kontaktes hängt von der Übereinstimmung der Phänologie des Schmarotzers mit der Zeit des Getreidereifens und dem Tempo der Ernte ab. Solche Korrelationen können an den Daten von 1958 illustriert werden; damals fand die Getreideernte sehr früh statt, einige Felder aber wurden, wegen des begonnenen Regenwetters, mit großer Verspätung geerntet. Die Tabelle 2 zeigt auf solchen Feldern die unentwegte Steigerung des *Clytiomyia*-Befalls der jungen Wanzen.

Tabelle 2

Befall der jungen Wanzen von *Clytiomyia belluo* in verschiedenen Perioden

Datum der Untersuchung	Anzahl der untersuchten Wanzen	Parasitenbefall	
		Anzahl	%
29. 6.	212	4	1,9
7. 7.	105	20	24,8
11. 7.	138	91	67,7

Chemische Bekämpfungsmaßnahmen, deren Einwirkung von Jahr zu Jahr variiert, stellen den zweiten wichtigen Faktoren dar. 1956 beeinflussten sie den Phasiinen-befall der überwinterten und jungen Wanzen nur in geringerem Maße, da das Wetter regenreich und kühl gewesen war, was die DDT-Effektivität herabsetzte. Auf einigen behandelten Feldern war der *Clytiomyia*-Befall der jungen Schädlingsvollkerfe höher als auf den unbehandelten, da die Bestäubungen gegen die Wanzen-Larven die Populationsdichte von Schädlingen herabsetzten, die zu dieser Zeit im Boden ver-puppten *Clytiomyia* fast nicht beeinflussten.

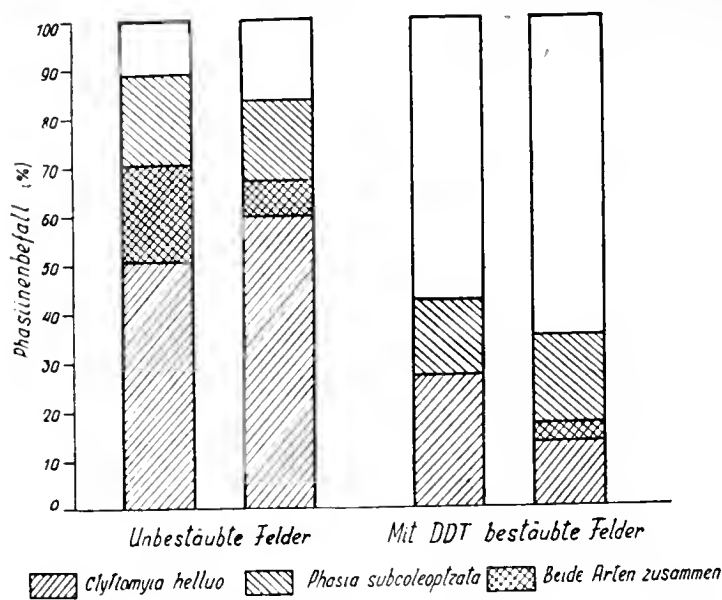


Abb. 2. Phasiinenbefall der überwinterten Wanzen (1957).

Ein anderes Bild wurde 1957 beobachtet, als die DDT-Einwirkung den Befall der überwinterten Wanzen fast ums zweifache verminderte (Abb. 2). *C. helluo* wurde dabei viel stärker betroffen, und ihre Populationsdichte sank ums 3—4fache im Vergleich zu bedeutend schwächerer Herabsetzung der Populationsanzahl von *Phasia subcoleoptrata* (höchstens ums zweifache). Diese Unterschiede sind von den Besonderheiten der Phänologie beider Arten bestimmt: *Ph. subcoleoptrata* überwintert in Puparien, fliegt früher aus und hat Zeit genug, eine Anzahl von Wirten vor der chemischen Bekämpfung zu befallen. 1957 war die Anzahl der jungen Wanzen auf den mit DDT bestäubten Feldern sehr gering und sie waren von *C. helluo* frei. Es ist möglich, daß das nicht nur mit der direkten Einwirkung des Giftes auf den Parasiten, sondern auch mit größerem Populationsverlust seines Wirtes zusammenhängt.

1958 wurde der *Phasiinen*-Befall der überwinterten Wanzen von der DDT-Einwirkung viel schwächer beeinträchtigt, als 1957. Dank frühem Getreidereifen fiel ihre Erntezeit gerade mit dem Beginn der Eiablage von *C. helluo* zusammen, so daß zu dieser Zeit nur einzelne befallene Getreidewanzen zu treffen waren.

Die Einwirkung beider erwähnten Faktoren kann man an den Daten der Tabelle 3 verfolgen, wo der *Clytiomyia*-Befall der jungen Weizenwanzen auf den Feldern vor der Ernte und auf den Überwinterungsstätten zu vergleichen sind. Zwecks Einfachheit werden nur zusammengefaßte Angaben für alle 5 Orte des Krasnodargebietes angeführt, wo jährlich die Untersuchung der zur Überwinterung angeflogenen Wanzen durchgeführt wurde.

Tabelle 3

Parasitierung von jungen Wanzen an unbestäubten Feldern vor der Ernte und an den Überwinterungs-Stätten

Jahr	Ort	Anzahl der untersuchten Wanzen	Befallen von <i>C. helluo</i>	
			Anzahl	%
1956	Lwowskoe, Feld N 5	100	2	2,0
	Lwowskoe, Feld N 6	70	7	10,0
	Überwinterungsstätten	501	30	6,0
1957	Lwowskoe, Feld N 5	213	87	40,1
	Lwowskoe, Feld N 6	202	37	18,3
	Dinskaja	149	32	21,5
	Überwinterungsstätten	468	19	4,0
1958	Lwowskoe, Feld N 6	107	—	0,0
	Überwinterungsstätten	759	12	1,6



*Clytiomyia*-Befall war 1956 auf den unbestäubten Feldern und in Überwinterungsstandorten ähnlich, was durch die schwache negative Einwirkung der Behandlungen auf den Parasiten zu erklären ist. 1957 dagegen wurden die überwinternden Wanzen 5—10fach schwächer befallen, als die auf den unbehandelten Feldern, was die starke negative Einwirkung der Insektizide bestätigt.

Der *Phasiinen*-Befall in den Überwinterungsstätten nahm 1958 stark ab im Vergleich zu beiden vorangegangenen Jahren, dank der sehr frühen Getreideernte, die die Periode des möglichen Befalls der Wanzen auf den Feldern sehr verkürzte.

Im ganzen wird die Zunahme der Populationsanzahl von *C. belluo* von der Einwirkung der Insektizide stark beeinflusst, sowie auch von der Frist der Getreideernte, die die Dauer der Periode des möglichen Befalls der Wirte bestimmt. Die erzeugten Angaben mögen von Interesse sein in der Zusammenstellung mit der ungewöhnlichen großen Dauer des letzten Ausbruchs der Massenvermehrung der Weizenwanze. Die Aufklärung der Ursachen dieser Erscheinung verlangt eine sorgfältige Analyse der Faktoren der Populationsdynamik von *Eurygaster integriceps* in den Gebieten, wo sie noch ihren früheren rhythmischen Charakter beibehalten und klar ausgeprägte Depressionen hat.

#### DISKUSSION

CL. DUPUIS: Was soll man von der Bestimmung (Determination) von *Clytiomyia belluo* als Parasit von *Dolycoris baccarum* durch Kamenkova (1956) denken?

G. A. WIKTOROW: Ich glaube, daß in diesem Falle ein Fehler in der Determination des Materiales stattgefunden hat.

G. REMAUDIERE: Que pensez-vous des possibilites de lutte biologique contre *Eurygaster integriceps* au moyen des *Phasiinae*?

WIKTOROW: *Phasiinen* sind ein schwieriges Objekt für biologische Schädlingsbekämpfung, weil es zu schwer ist, sie künstlich zu vermehren.

## PARASITISATION OF MANTID OOTHECAE IN WEST AFRICA

J. C. ENE

University College, Ibadan, Nigeria

### Introduction

Sixteen species of insects were found to parasitise the ootheca of 9 West African mantids studied. They consisted of 8 Chalcidoidea, 2 other winged hymenopteran parasites, one of which was *Rielia* sp., 3 *Crematogaster* spp., 2 *Dermastidae* and 1 *Curculionidae*.

### Parasitisation by beetles and ants

A beetle deposited her eggs on the surface of the ootheca, sometimes long after eclosion of nymphs had taken place. On hatching, the larvae burrowed into the ootheca and ate their way through the material. Their exuviae and puparia were left inside, and the adults sometimes continued to live inside until the ootheca was completely destroyed.

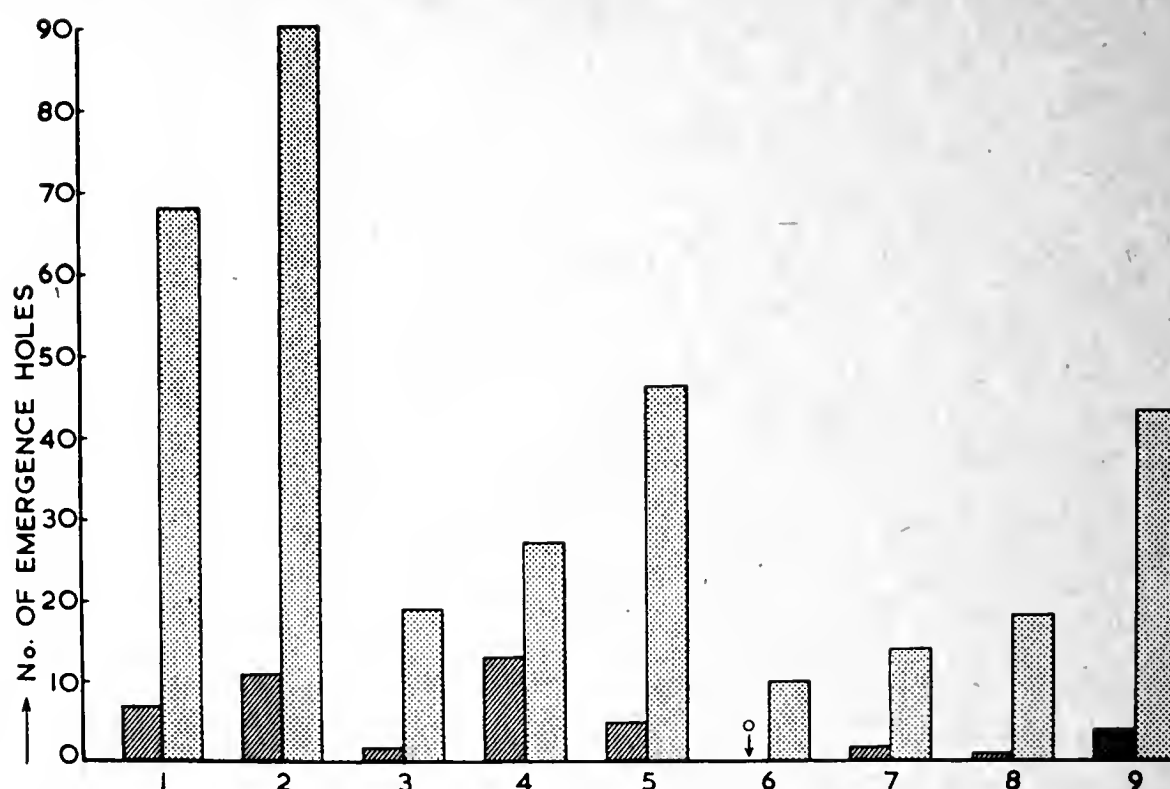


Fig. 1. Histogram comparing the parasitisation of guarded (hatched) and unguarded (stippled) oothecae of *Tarachodes (Barbachodes) afzelii* (Stål).

Ants did not invade an ootheca unless a way of entry had first been created by some other agent. This might be the valve through which a mantid nymph had hatched, or the escape hole drilled in the ootheca by another parasite. During an invasion by ants, the nymphs and any intertile eggs were cut up and carried away. Also cut up were any portions of the ootheca material wetted by the juice of the victims. As the entrances got wetted most, they were often enlarged into pits.

### Parasitisation by Chalcidoidea

The mode of parasitisation of mantid oothecae by chalcid wasps in West Africa does not differ in any essentials from those described by Girault (1907) and Chopard (1922). Nevertheless, West African Chalcids are interesting for two reasons.

1. Many of the species are apparently not yet described. 5 out of the 8 species collected have been pronounced "probably new" after a year of study by an expert. The description<sup>1</sup> of one of these is in the press.

2. Some of them are specific in their selection of hosts. For instance, when chalcid parasites bred from the ootheca of the mantis *Tarachodes (Barbachodes) afzelii* (Stål) were given access to freshly laid oothecae of 9 different mantids, they parasitised only *T. afzelii* oothecae (table 1). Similarly, parasites bred from the egg mass of *Sphodromantis lineola* would parasitise only the oothecae of related species. When fully worked out, this host specificity could be put to taxonomic use.

Different species of Chalcidoidea were also bred from the oothecae of *Tenodera superstitiosa* and *Miomantis* sp., but it is not yet known if they are also specific in their parasitisation.

The parasitisation of *T. afzelii* oothecae was studied in some detail. *T. afzelii* is one of the few mantids which show parental care behaviour. This behaviour had only previously been found in rudimentary form, in *Hierodula notata* Stål (Polak, 1933) and *Tarachodes maurus* Stål (Faure, 1940). Female *T. afzelii* were found to remain with their

<sup>1</sup> By O. Bakkendorf in Ent. Medd., Copenhagen, XXIX (1960): 364—371.

Table 1

	Parasites from:	
	<i>T. afzelii</i>	<i>S. lineola</i>
<i>Tarachodes afzelii</i> ootheca .....	+	—
<i>Sphodromantis lineola</i> ootheca .....	—	+
<i>Sphodromantis biocellata</i> ootheca .....	—	+
<i>Tenodera superstitiosa</i> ootheca .....	—	—
<i>Polyspilota aeruginosa</i> ootheca .....	—	—
<i>Danuria buchholtzi</i> ootheca .....	—	—
<i>Pseudocreobotra ocellata</i> ootheca .....	—	—
<i>Sibylla griffinii</i> ootheca .....	—	—
<i>Miomantis</i> sp. ootheca .....	—	—

oothecae from the moment they were constructed until the eggs hatched, 15 to 25 days later. They rested their heads and thorax on their oothecae, and kicked off or captured and ate any small insects which approached. It is not intended to discuss this parental care behaviour in this paper, but rather to show its relationship to the parasitisation of the mantid's oothecae.

In a series of experiments, *T. afzelii* oothecae laid in cages were exposed in pairs to parasitic attack. One of each pair had the female left on it to guard it, and the other was left unguarded. The exposure lasted for 5 days, after which they were left undisturbed in a cage until any parasites in them had hatched. The extent of parasitisation was assessed by counting the number of holes made by the escaping parasites.

The histogram shows the results of 9 experiments. Without exception, the degree of infestation by parasites was less in the guarded one of each pair of oothecae. The actual figures obtained are shown in table 2.

Table 2

	Number of emergence holes									Average
Ootheca guarded .....	7	11	2	13	5	0	2	1	4	5.0
Ootheca not guarded .....	68	90	19	27	46	10	14	18	43	37.2

REFERENCES

GIRAULT, A. A. (1907): Brief notes on the habits of *Podagrion mantis* Ashmaed. — Ent. News 18: 107. — CHOPARD, L. (1922): Les parasites de la *Mante religieuse*. — Ann. Soc. ent. France: 249—272. — POLAK, R. A. (1933): Broedzorg bij een *Mantidae*. — Ent. Ber. viii: 508—509. — FAURE, J. C. (1940): Maternal care displayed by mantids. — J. ent. Soc. S. Afr., Pretoria 3: 139—150.

# ETUDE DE LA REPARTITION DES PONTES DE DIADROMUS PULCHELLUS WSM. DANS LES CHRYSALIDES D'ACROLEPIA ASSECTELLA Z.

V. LABEYRIE, Antibes — France

Parmi les nombreux facteurs qui conditionnent l'efficacité d'un entomophage, le type de répartition des pontes a été mis en évidence depuis longtemps. Sans approuver totalement l'importance attribuée par Smith (1939) à cette qualité, nous devons admettre que la capacité discriminatoire de la femelle du parasite intervient d'une façon appréciable dans le taux de parasitisme effectif.

En effet, même si la fécondité réelle d'un entomophage est élevée, celle-ci n'entraîne un taux de parasitisme intéressant que si la femelle est en mesure d'éviter la destruction d'une forte proportion de sa progéniture.

Une telle élimination se produit dans un nombre de cas bien déterminés. Mais, que ce soit à la suite, du pouvoir phagocytaire des cellules de l'hôte, de l'élimination active ou passive provoquée par la présence d'autres larves d'entomophages, ou enfin de l'action de germes pathogènes, tout dépend en fin du compte du pouvoir discriminatoire de la femelle.

L'étude de la sélection des hôtes en laboratoire a donc une grande importance mais, pour être tant soit peu valable, elle ne doit pas être exclusivement intraspécifique, mais bien interspécifique, car Smith (1958) signale la mésaventure survenue aux écologistes de l'Union Sud-Africaine qui ont eu la désagréable surprise de constater que *Chelonius texanus*, refusant de pondre dans la nature dans les œufs de la Noctuelle sur laquelle il avait été élevé, montrait une préférence pour des espèces dont la destruction ne présentait aucun intérêt pratique. L'adaptation sur un nouvel hôte n'a donc aucune raison de se faire obligatoirement dans le sens bénéfique observé dans le cas classique de *Macrocentrus ancylivorus*.

Enfin il ne faut jamais oublier que les observations de laboratoire ne donnent qu'une notion très approximative du comportement réel, ceci d'autant plus que la différence entre le milieu expérimental et le milieu naturel est plus grande. Ces modifications sont particulièrement ressenties par les prédateurs chassant à l'affût, et par les entomophages à grand rayon d'action.

C'est donc après avoir formulé ces réserves que nous mentionnerons le résultat d'expériences effectuées sur l'*Ichneumonidae* solitaire, *Diadromus pulchellus* WSM.

Cet insecte pond dans les chrysalides de la Teigne du Poireau *Acrolepia assectella* Z.

Dans la nature la répartition des cocons de l'hôte est, en dehors des très fortes pullulations, toujours hétérogène. Il en résulte que les cocons seront isolés sur des feuilles et quelquefois sur des plantes différentes. La répétition des contacts entre la femelle et l'hôte sera donc d'autant plus fréquente que la capacité de dispersion de la femelle sera faible.

Même en l'absence d'études précises sur la capacité de dispersion des femelles (travaux qui supposent des installations d'un volume appréciable), les quelques indications que nous possédons sur le comportement des adultes, montrent que l'aire couverte par la femelle peut être réduite par un certain nombre de facteurs climatiques, tels que le vent, une faible insolation... Il est vraisemblable que cette capacité de dispersion dépende aussi de la densité de végétaux et d'hôtes. D'ailleurs Varley (1941) utilise cette hypothèse pour interpréter les anomalies observées dans la répartition des pontes d'*Eurytoma curta*.

Dans ces conditions il est indispensable de savoir si les femelles sont susceptibles de distinguer les hôtes déjà parasités, tant par des femelles de la même espèce que par le parasite larvaire *Microgaster globatus* Nees, dont les cocons sont formés à l'intérieur de ceux de l'hôte.

Enfin les populations d'*Acrolepia assectella* étant souvent atteintes de viroses, il importe de savoir si *Diadromus* est susceptible de propager l'épizootie, chez l'hôte ou dans sa propre descendance c'est-à-dire, si ce parasite est à même de distinguer entre les hôtes, ceux qui sont virosés.

## Conditions de la sélection

Les adultes sont actifs dès les premières heures de la matinée, et les femelles se mettent à parcourir rapidement les feuilles des cultures d'*Allium porum*, voisines des cocons dont elles sont issues. Cette prospection au hasard correspond à la phase initiale décrite par Laing (1937) chez *Trichogramma evanescens* West. Ces déplacements constituent la principale activité des femelles qui parcourent ainsi des distances considérables en



battant le substrat de leurs antennes écartées selon un angle de 30° environ. Parvenues au sommet d'une feuille elles ne prennent pas leur envol, contrairement à de nombreux Hyménoptères. Ainsi, bien que le trajet parcouru soit souvent très important, l'aire de cultures prospectée reste faible, par suite de la rareté des vols.

Parvenue à moins d'un centimètre d'un hôte, le comportement de la femelle change. Après avoir marqué un temps d'arrêt le mouvement des antennes cesse d'être asynchrone; les antennes deviennent parallèles, la cadence s'accélère. A partir de ce moment le déplacement est orienté.

Nous avons contrôlé dans un olfactomètre dérivé du modèle de Varley (1953), l'absence de toute perception de l'hôte aux distances supérieures à un centimètre.

Cette distance maximum de perception correspond à la limite du pouvoir de sélection entre des hôtes aux caractéristiques très différentes.

Ainsi en dehors du rejet total de l'hôte, la sélection ne jouera que dans des limites très restreintes. Son rôle dans la pratique sera donc limité aux très fortes pullulations.

Dans ces conditions, seul le rejet total aura une valeur écologique générale pouvant influencer sur la dynamique des populations de l'hôte, *Acrolepia assectella*, et du parasite, *Diadromus pulchellus*.

### Sélection entre des hôtes dont les caractéristiques diffèrent

I° Hôtes normaux et hôtes parasités par *Migrogaster globatus*:

La présence d'un cocon de *M. globatus* à l'intérieur de celui de la Teigne du Poireau, inhibe toute ponte. Le comportement reproducteur est bloqué dès que les antennes de la femelle entrent en contact avec le cocon parcheminé du Braconide. Il n'y a donc jamais compétition entre ces deux espèces de parasites.

II° Hôtes normaux et hôtes virosés.

Pour le dispositif expérimental utilisé se reporter à Labeyrie (1960).

La compétition entre 1000 chrysalides saines et 1000 chrysalides virosées donne la répartition suivante:

	Chrysal. saines	Chrysal. virosées
Sans œuf .....	579	664
Avec œufs .....	421	336

La différence est significative et montre une légère préférence pour les chrysalides saines. Cette faible sélection disparaît après ablation des valves palpiformes.

Le critère déterminant pourrait consister dans les réactions de la nymphe au contact de la tarière. Les insectes malades, aux réactions faibles (c'est d'ailleurs ce critère qui était utilisé pour choisir les chrysalides, dont l'état sanitaire était définitivement établi au moment de la dilacération nécessaire au comptage des œufs.), seraient ainsi délaissés. Ceci expliquerait l'absence de pontes dans les fragments de chrysalides. Smith (1932) a observé un comportement du même ordre chez *Phaeogenes nigridentis* Wsm., où il constate que les femelles semblent stimulées par les réactions des nymphes.

La faiblesse de la sélection paraît due au fait que les femelles quittent rarement un hôte pour en gagner un second. Dans ces conditions lorsque le premier hôte rencontré est virosé, il est fréquent que la femelle l'utilise même si ses réactions à la pénétration de la tarière sont faibles.

Des études sur les possibilités de propagation des viroses par *D. pulchellus*, paraissent nécessaires pour connaître l'ensemble des actions de cet entomophage sur la dynamique de population de la Teigne du Poireau. Quoi qu'il en soit, il est impossible d'additionner purement et simplement les actions de ces deux facteurs.

### III° Hôtes d'âges différents.

La comparaison a porté sur des chrysalides dont la date de formation était connue à une heure près. Les cocons avaient été tissés entre 18 et 24 heures plus tôt.

	Chrysal. de — de 24 h.	Chrysal. de 3 jours
Nombre d'œufs pondus .....	90	11
	Chrysal. de — de 24 h.	Chrysal. de 2 jours
Nombre d'œufs pondus .....	326	78
	Prénymphes	Chrysal. de — de 24 h.
Nombres d'œufs pondus .....	33	3

Cette sélection indiquant une préférence pour les prénymphes, semble due pour l'essentiel à l'âge de la soie car les chenilles hors de leur cocons n'attirent jamais les femelles, tandis que les chrysalides nues sont, elles, attractives. Effectivement en plaçant des chrysalides de même âge dans les cocons formés, les uns depuis 24 heures, les autres depuis 5 jours, on obtient les pontes respectives suivantes: 88 et 40 œufs.

Cette attraction pour les jeunes chrysalides a une grande importance écologique, car effectivement les femelles ne pondent que très difficilement dans les chrysalides âgées de plus de 4 jours. Ceci implique d'ailleurs que les femelles ne sélectionnent pas leurs hôtes uniquement en fonction de l'âge de la soie mais aussi en fonction de l'âge de la chrysalide. Il est possible que cette diminution de l'attractivité des chrysalides, soit liée à la modification des échanges de la nymphe au cours de son évolution.

Ainsi, non seulement, la propagation de *D. pulchellus* est liée à la présence de chrysalides de l'hôte, mais elle implique que ces chrysalides soient jeunes, que leur histogénèse soit peu avancée.

### Sélection entre des hôtes identiques

Dans tout ce qui précède nous avons négligé le nombre d'œufs pondus dans un seul hôte. Or, bien que *D. pulchellus* soit un Ichneumonidae solitaire, il est susceptible de pondre plusieurs œufs dans le même hôte et il nous est arrivé de trouver 18 œufs dans un seul hôte.

Il est donc important de connaître les facteurs qui président à la répartition des pontes lorsque les femelles sont mises en présence d'hôtes identiques.

Nous avons à cet effet utilisé 5 hôtes du même âge, disposés à un centimètre les uns des autres, suivant les rayons d'un cercle.

Le dénombrement des œufs contenus par chaque hôte nous a permis d'étudier la répartition des pontes. Pour cela nous n'avons pas utilisé la formule de Stoy (1932), employée par Salt (1932) pour étudier le superparasitisme de *Collyria calcitrator*, mais avons procédé à un calcul de probabilité, destiné à connaître, pour chaque effectif d'œufs considéré, le nombre contenu par chaque hôte dans une répartition au hasard.

Comme il y a 5 hôtes, la probabilité pour qu'avec un effectif de ponte de 2 œufs ceux-ci soient contenus dans le même hôte, est  $p = 1/5$ . Avec un effectif de 3 œufs pour obtenir la répartition 3.0.0.0.0. la probabilité est  $1/25$ , pour la répartition 2.1.0.0.0. la probabilité est  $12/25$ , comme pour obtenir la répartition 1.1.1.0.0.

Pour un effectif de 4 œufs, les probabilités seront: pour la répartition 4.0.0.0.0.,  $1/125$ , pour la répartition 3.1.0.0.0.,  $16/125$ , pour la répartition 2.2.0.0.0.,  $12/125$ , pour la répartition 2.1.1.0.0.,  $72/125$ , et enfin pour la répartition 1.1.1.0.0.,  $24/125$ .

Les répartitions des effectifs supérieurs sont calculés par le même procédé en tenant compte de la position des œufs obtenus avec l'effectif immédiatement inférieur.

Table 1

Comparaison de la fréquence observée avec la fréquence calculée pour une répartition au hasard

	répartition	f. théorique	f. observée	$\chi^2$
effectif 3 œufs .... n = 60	3.0.0.0.0.	2,4	13	49,2
	2.1.0.0.0.	28,8	26	
	1.1.1.0.0.	28,8	21	
effectif 4 œufs .... n = 47	4.0.0.0.0.	0,376	4	43,25
	3.1.0.0.0. }	10,528	18	
	2.2.0.0.0. }			
	2.1.1.0.0. }	36,096	25	
	1.1.1.1.0. }			
effectif 5 œufs ..... n = 37	5.0.0.0.0. }	1,243	7	30,6
	4.1.0.0.0. }			
	3.2.0.0.0. }	20,158	22	
	3.1.1.0.0. }			
	2.2.1.0.0. }	15,628	8	
	2.1.1.1.0. }			
effectif 6 œufs .... n = 26	1.1.1.1.1. }	0,707	6	39,5
	6.0.0.0.0. }			
	5.1.0.0.0. }	13,312	9	
	4.2.0.0.0. }			
	4.1.1.0.0. }	11,981	11	
	3.3.0.0.0. }			
	3.2.1.0.0. }	0,711	9	
	2.2.2.0.0. }			
	3.1.1.1.0. }	12,728	11	
	2.2.1.1.0. }			
effectif 7 œufs .... n = 22	2.1.1.1.1. }	8,279	2	101,75
	7.0.0.0.0. }			
	6.1.0.0.0. }	12,728	11	
	5.2.0.0.0. }			
	5.1.1.0.0. }	8,279	2	
	4.3.0.0.0. }			
	4.2.1.0.0. }	12,728	11	
	4.1.1.1.0. }			
	3.3.1.0.0. }	8,279	2	
	3.2.2.0.0. }			
	3.2.1.1.0. }	8,279	2	
	3.1.1.1.1. }			
	2.2.2.1.0. }	8,279	2	
	2.2.1.1.1. }			

Ayant ainsi calculé la répartition au hasard théorique nous avons pu comparer avec les répartitions effectivement observées.

L'analyse porte sur la répartition de 1150 œufs entre 1135 chrysalides, correspondant à 227 expériences dont les effectifs de ponte ont été de 3 à 9 œufs.

Pour tous les effectifs examinés la répartition observée diffère significativement de la répartition calculée. Dans tous les cas elle indique une concentration des œufs dans un nombre limité d'hôtes.

Le tableau ci-joint montre à titre d'exemple pour les effectifs les plus faibles la valeur très élevée des  $\chi^2$  obtenus.

Or le parasite abandonne l'hôte utilisé après chaque émission d'œufs.

Ainsi la femelle n'évite pas l'hôte dans lequel elle a déjà pondu, mais au contraire a tendance à retourner sur celui-ci au cours des émissions ultérieures.

Ce comportement est général et n'évolue pas au cours de la vie des femelles.

L'étude du comportement de ponte et des expériences complémentaires ont montré, que cette répartition ne provenait pas d'une attractivité initiale différente des hôtes, mais résultait d'une modification du comportement à la suite de l'émission du premier œuf. Ce changement est lié à la possibilité d'acquisition d'une mémoire topographique chez les femelles de *D. pulchellus* (Labeyrie, 1960). Une telle modification du comportement permet d'expliquer les concentrations de pontes de *D. collaris* observées par Lloyd (1940) ou Atwal (1959), ou celles d'*Eulimneria crassifemur* (Thompson et Parker, 1930) ou d'*Encarsia formosa* (Burnett, 1948). Varley (1941) envisageait lui aussi une modification du comportement d'*Eurytoma curta* après la découverte du premier hôte.

### Conclusions

La concentration des pontes dans un nombre restreint d'hôtes, alors que *D. pulchellus* est une espèce solitaire dont toutes les larves en surnombre dans un hôte sont éliminées, montre qu'il n'est pas évident, comme le pensait Ullyett (1953), que les femelles d'Hyménoptères parasites recherchent pour pondre les hôtes les plus aptes au développement de leur progéniture. Une telle erreur finaliste montre combien Bodenheimer (1933) avait raison d'indiquer que les organes des sens des animaux ne les conduisent pas obligatoirement dans les situations optima.

Du point de vue écologique, l'existence de cette mémoire topographique, provoquant une concentration anormale des pontes, entrave la propagation de l'entomophage. Elle implique, non seulement un superparasitisme lié à l'incapacité de distinction entre les hôtes utilisés ou non, mais suppose, dans les faibles pullulations, où les rencontres avec les hôtes sont rares, que les femelles au moment des émissions ultérieures rechercheront le premier hôte utilisé.

Le type de répartition des pontes dépendra donc de la fréquence des rencontres entre hôtes et parasites et, par suite, de la répartition, dans le temps et dans l'espace, des hôtes.

Il ne paraît donc pas possible de construire des modèles mathématiques où la capacité de recherches serait affectée d'une valeur déterminée, il paraît plutôt nécessaire de procéder à des études complémentaires dans des enceintes plus vastes où l'action de nouveaux éléments du biotope sur les déplacements du parasite pourra être examinée.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ATWAL, A. S., 1959: Oviposition behaviour of *Diadromus* (*Thyraella*) *collaris* Grav., a parasite of Cabbage Diamond-back Moth, *Plutella maculipennis* Curt. Proc. Nat. Inst. Sc. India, 25 (2), 80—86. — BODENHEIMER, F. S., 1933: Sense ecology, a neglected factor in insect epidemiology. Vème. Cong. Int. Ent. Paris 1932, 93—96. — BURNETT, T., 1948: Modal



temperature for the Greenhouse Whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* and its parasite *Encarsia formosa*. — Ecology, 29 (2), 181—187. — LABEYRIE, V., 1960: Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'insectes: I influence stimulatrice de l'hôte, *Acrolepia assectella* Z., sur la multiplication d'un Hyménoptère *Ichneumonidae* (*Diadromus* sp.). — Entomophaga, mem. I, 193 p. — LAING, J., 1937: Host-finding by insect parasites: I Observations on the finding of hosts by *Alysia manducator*, *Mormoniella vitripennis* and *Trichogramma evanescens*. — J. An. Ecol., 6, 298—317. — LLOYD, D. C., 1940: Host-selection by Hymenopterous parasites of the Moth, *Plutella maculipennis* Curt. — Proc. Roy. Soc. (b), 128 (853), 451—484. — SALT, G., 1932: Superparasitism by *Collyria calcitrator* Grav., — Bull. Ent. Res., 23, 211—216. — SMIT, B., 1958: The changing habits of insects. — S. Afr. J. Sc., 54 (5), 107—108. — SMITH, H. D., 1932: *Phaeogenes nigridentis* Wsm., an important parasite of the pupa of the European Corn-borer. — U. S. Dep. Ag. Tech. Bull, 331, 1—45. — SMITH, H. S., 1939: Insect populations in relation to biological control. — Ecol. Monog., 9 (3), 311—320. — STOY, R. H., 1932: Deduction of the mathematical formula. — Bull. Ent. Res., 23, 215—216. — THOMPSON, W. R., PARKER, H. L., 1930: The morphology and biology of *Eulimneria crassifemur*, and important parasite of the European Corn-borer. — J. Agr. Res., 40, 321—345. — ULLYETT, G. C., 1953: Bio-mathematics and insect population problems, a critical review. — Mem. Ent. Soc. S. Afr., Pretoria, 2, 1—89. — VARLEY, G. C., 1941: On the search for hosts and the egg-distribution of some Chalcid parasites of the Knapweed Gall-fly. — Parasitol., 33, 47—66. — VARLEY, G. C., 1953: An olfactometer for observing the behaviour of small animals. — Nature, 4357, 789—790.

### DISCUSSION

L. NEF: Dans l'expérience où on a constaté une «repetition» des pontes de préférence dans une chrysalide déterminée, n'y a-t-il pas d'influence externe (par exemple: lumière) réglant le choix de la femelle?

LABEYRIE: Non car la position par rapport à la source lumineuse et aux autres facteurs variait d'un lot à l'autre, d'ailleurs la source utilisée était diffuse et le gradient très faible. Les éléments du milieu ont toutefois joué ultérieurement pour permettre le «repérage». Un milieu théorique intégralement isotropique ne doit en principe pas permettre le repérage, mais dans les conditions expérimentales utilisées il existait des repères.

L. NEF: Quelle est exactement la signification donnée au mot «chrysalide virosée»? s'agit-il d'une chrysalide provenant d'un élevage ou une virose a été observée, en bien a-t-on pu, par examen de la chrysalide, déterminer qu'elle était réellement atteinte de virose? Dans ce dernier cas, quel caractère a été observé?

LABEYRIE: Il s'agit de chrysalide ayant donné naissance à un adulte de Teigne virosé pour celles qui étaient dans les lots témoins et pour celles en expérience, de chrysalides présentant les mêmes symptômes: des contrôles ont été opérés par le Dr. Vago, avec mise en évidence de corps d'inclusion.

## WIRTSBINDUNG DER APHIDIINAE UND FAHRENHOLZ'SCHE REGEL<sup>1</sup>

MANFRED MACKAUER

Zoologisches Institut der Universität Frankfurt am Main

Innerhalb der beiden letzten Jahrzehnte hat sich das Schwergewicht systematischer Forschung auf eine Klärung des Artbegriffes und auf eine Erfassung infra- und interspezifischer Einheiten verlagert. Im gleichen Verhältnis, in dem die Genetik zum Richtmaß systematischer Einteilung wurde, verlor die Morphologie als allein entscheidendes Kriterium an Bedeutung.

Innerhalb dieser Betrachtungen nimmt die Untersuchung der Wirtsbindung parasitischer Organismen eine wichtige Stellung ein. Eine, zum mindesten im deutschen Sprachgebiet als Fahrenholz'sche Regel bekannte Theorie besagt, daß Parasiten und Wirte eine einander ent-

<sup>1</sup> 11. Beitrag zur Kenntnis der palaearktischen *Aphidiinae*.

sprechende phylogenetische Entwicklung durchgemacht haben, d. h. daß sich aus der Kenntnis der verwandtschaftlichen Beziehungen innerhalb der Wirtsorganismen zuverlässige Rückschlüsse auf den Verwandtschaftsgrad der jeweiligen Parasiten und auch umgekehrt ziehen lassen. Im folgenden soll nun die Berechtigung der Fahrenholzschen Regel an den Ergebnissen zahlreicher Zuchtversuche von Blattlaus-Schlupfwespen (*Hymenoptera* : *Braconidae*, *Aphidiinae*) überprüft werden.

Ich gehe aus von einer Zusammenstellung der Wirte der verschiedenen *Lysiphlebus*-Arten. Von dieser holarktisch verbreiteten Gattung sind bis jetzt 15 sichere Arten bekannt, deren Wirtsbereich sich auf die in Tabelle 1 genannten Aphiden erstreckt. Die Zusammenstellung enthält lediglich von mir überprüfte Wirtsangaben; Literaturzitate blieben im allgemeinen unberücksichtigt, da sie nicht mit genügender Sicherheit ausgewertet werden konnten. Trotz der Lückenhaftigkeit der Tabelle ist festzustellen, daß sämtliche Arten in ihrem Wirtsbereich auf eine oder wenige nahe miteinander verwandte Blattlaus-Gattungen beschränkt sind. Eine Ausnahme hiervon bilden lediglich die beiden Spezies *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) und *testaceipes* (Cresson). Unterstellt man die Richtigkeit der Fahrenholzschen Regel, dann ist es undenkbar, daß die gleiche Schlupfwespe mit absoluter Regelmäßigkeit aus nicht miteinander verwandten Aphiden gezüchtet werden kann.

Tabelle 1  
Wirtsspektrum der Gattung *Lysiphlebus* Foerster

Parasiten \ Wirte	<i>Callipteridae</i>		<i>Thelaxidae</i>	<i>Aphididae</i>									
	<i>Chaitophorus</i>	<i>Sipha</i>	<i>Thelaxes</i>	<i>Brachycaudus</i>	<i>Appelia</i>	<i>Macrosiphum</i>	<i>Dactynotus</i>	<i>Metopeurum</i>	<i>Microsiphum</i>	<i>Myzus</i>	<i>Aphis</i> s. l.	<i>Toxoptera</i>	<i>Rhopalosiphum</i>
<i>L. ambiguus</i> .....											x		
<i>L. thelaxis</i> .....			x										
<i>L. distinctus</i> .....									x				
<i>L. fabarum</i> s. l. ....				x	x		x				x	x	x
<i>L. flavidus</i> .....											x		
<i>L. fritzmuellerei</i> .....											x		
<i>L. fuscicornis</i> .....											x		
<i>L. hirticornis</i> .....								x					
<i>L. arvicola</i> .....		x											
<i>L. knowltoni</i> .....											x		
<i>L. moroderi</i> .....							Wirt unbekannt						
<i>L. salicaphis</i> .....	x												
<i>L. testaceipes</i> s. l. ....										x	x	x	x
<i>L. utahensis</i> .....						x							

Die Klärung dieser Inhomogenitäten im Wirtsspektrum ist damit zum entscheidenden Kriterium geworden. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde eine möglichst lückenlose Zusammenstellung der Parasiten einer verwandtschaftlich geschlossenen Blattlausgruppe angestrebt. Das Objekt derartiger vergleichender Untersuchungen waren bisher die europäischen Arten der Familien *Callaphididae* und *Lachnidae*, sowie die Parasiten des Tribus *Aphidini*. Diese letztere Gruppe möchte ich hier besonders herausgreifen, da

an ihr einerseits die mögliche Anwendungsweise der in Betracht stehenden Untersuchungsmethode am besten demonstriert werden kann, andererseits aber gerade hier noch verschiedene Unklarheiten zu beseitigen sind. Für die verwandtschaftlichen Beziehungen innerhalb der Großgattung *Aphis* L. gebraucht F. P. Müller (in litt.) den bildhaften Vergleich, daß verschiedene poly- oder oligophage Arten in jüngerer Zeit — aber nicht gleichzeitig — in „mehrere Bruchstücke zerplatzt“ sind. Diese in ihrer morphologischen Ausbildung unterschiedlich ausdifferenzierten und von den Ausgangstypen verschieden weit entfernten Artengruppen stimmen nicht oder nur teilweise mit der Börnerschen (1952) Einteilung der mitteleuropäischen *Aphis*-Verwandtschaft in Gattungen und Untergattungen überein.

Das Parasitenspektrum dieser Blattlaus-Gruppe bestätigt die von Müller und anderen Aphidologen vertretene Anschauung (Tab. 2). Läßt man sämtliche Nachweise von Schlupfwespenarten der Gattungen *Praon* Hal., *Ephedrus* Hal., *Aphidius* Nees usw. wegen zahlenmäßiger Geringfügigkeit außer Betracht, dann bleiben als „Indikatoren“ jeweils 3 *Trioxys*- und 3 *Lysiphlebus*-Arten übrig. Es sind dies in Mitteleuropa die Arten *Trioxys angelicae* (Haliday), *Trioxys rietscheli* Mackauer, *Trioxys genistae* Mackauer und *Lysiphlebus fabarum* (Marshall), *ambiguus* (Haliday) und *fritzmuellerei* Mackauer. Jeweils eine *Trioxys*- und eine *Lysiphlebus*-Art befällt den gleichen Wirtskreis. So können *Trioxys angelicae* und *Lysiphlebus fabarum*, *Trioxys rietscheli* und *Lysiphlebus ambiguus* und *Trioxys genistae* und *Lysiphlebus fritzmuellerei* paarweise zusammengefaßt werden. Die beiden letzteren können als spezifische Parasiten einer durch ihre starke Wachsausscheidung auch morphologisch einwandfrei isolierten Artengruppe der Gattung *Aphis* aufgefaßt werden. Obwohl als Wirte bisher lediglich *Aphis genistae* Scop. und *Aphis cracca* L. nachgewiesen wurden, ist anzunehmen, daß die genannten Schmarotzer auch *Aphis kaltenbachii* H. R. L. (= *ononidis* [Schout.]) und die verwandten Arten auf *Euphorbia cyparissias* L., *Spartium junceum* L. u. ä. m. befallen. Dagegen ist bis jetzt noch kein Kriterium bekannt, welches eine Aufteilung der übrigen hier aufgeführten *Aphis*-Arten in 2 Gruppen gestatten würde. Die Parallelität und die Konstanz in der Wirtsbindung sowohl der *Lysiphlebus*- als auch der *Trioxys*-Arten spricht jedoch für einen echten, letztlich also phylogenetischen Unterschied. Lediglich *Aphis urticata* F. zeigt ein abweichendes Parasitenspektrum; sie wird nicht von *Lysiphlebus ambiguus* (Hal.), wie zu erwarten wäre, sondern von *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) befallen. Es ist möglich, daß hierfür noch nicht geklärte ökologische Einflüsse verantwortlich sind.

Ich komme nunmehr zur Frage der Wirtsbindung an sich. Aus Tab. 1 war zu entnehmen, daß die beiden Arten *Lysiphlebus fabarum* und *testaceipes* aus verschiedenen, nicht miteinander verwandten Blattlaus-Gruppen gezüchtet wurden. Ich werde versuchen, den Einwand einer fehlenden oder nur geringen Wirtsspezifität zu entkräften. Die Art *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) ist typologisch charakterisiert. Es ist jedoch die Frage, ob wir es tatsächlich mit einer polyphagen Form zu tun haben, deren Wirtsspektrum noch ungenügend erforscht ist und deshalb inhomogen erscheint. Die zweite Möglichkeit wäre, daß sich unter dem Namen *fabarum* mehrere „sibling species“ oder ökologisch-physiologisch differente Rassen verbergen. Bei einer eingehenden Nachprüfung hat sich das Vorhandensein von wenigstens 2 selbständigen Arten bestätigt. Es war im Experiment nicht möglich, die aus einer *Aphis*-Art gezüchteten Parasiten auf eine *Brachycaudus* sp. zu übertragen. Dies mißlang selbst bei Verwendung gemischter Blattlaus-Kolonien oder von Schlupfwespen-Weibchen in höchster Legenot. Eine Freilandbeobachtung bestätigte diesen Laborbefund: An verschiedenen Pflanzen von *Anthemis tinctoria* L. wurden stark parasitierte Kolonien von *Brachycaudus cardui* (L.) an den oberen Stengelteilen und in der Blütendolde beobachtet, während die etwas unterhalb saugenden Populationen von *Aphis fabae* Scop. nicht befallen waren. Im Gegensatz hierzu war *Lysiphlebus fabarum* ohne weiteres innerhalb der verschiedenen *Aphis*-Arten übertragbar. Dies gelang selbst dann, wenn derartige Größenunterschiede

Tabelle 2

Parasitenspektrum der mitteleuropäischen Arten der Gattung *Aphis* L.

	<i>Trioxys</i>			<i>Lysiphlebus</i>		
	<i>angelicae</i>	<i>rietscheli</i>	<i>genistae</i>	<i>fabarum</i> s. l.	<i>ambiguus</i>	<i>fritzmuelleri</i>
Gruppe 1						
<i>Aphis brohmeri</i> .....	×			×		
<i>Aphis chloris</i> .....				×		
<i>Aphis craccivora</i> .....	×			×		
<i>Aphis euphorbiae</i> .....				×		
<i>Aphis fabae</i> s. l. ....	×			×		
<i>Aphis forbesi</i> .....				×		
<i>Aphis gossypii</i> .....	×			×		
<i>Aphis hederæ</i> .....	×			×		
<i>Aphis hypochoeridis</i> .....				×		
<i>Aphis lambersi</i> .....				×		
<i>Aphis medicaginis</i> .....				×		
<i>Aphis nepetae</i> .....				×		
<i>Aphis parietariae</i> .....	×					
<i>Aphis plantaginis</i> .....				×		
<i>Aphis pomi</i> .....	×			×		
<i>Aphis rumicis</i> .....	×			×		
<i>Aphis sambuci</i> .....	×					
<i>Aphis schneideri</i> .....	×			×		
<i>Aphis tripolii</i> .....				×		
<i>Aphis umbrellæ</i> .....	×			×		
<i>Aphis verbasci</i> .....				×		
Gruppe 2						
<i>Aphis farinosa</i> .....		×			×	
<i>Aphis nasturtii</i> .....		×				
<i>Aphis praeterita</i> .....					×	
<i>Aphis ruborum</i> .....					×	
<i>Aphis urticata</i> .....		×		×		
<i>Aphis vaccinii</i> .....					×	
Gruppe 3						
<i>Aphis craccae</i> .....						×
<i>Aphis genistae</i> .....			×			



wie zwischen *Aphis fabae* Scop. und *Aphis hypochoeridis* Börner vorlagen. Eine nochmalige Suche nach morphologischen Trennungsmerkmalen erbrachte einen sicheren, wenn auch geringfügigen Unterschied, so daß die *Brachycaudus*-Parasiten nunmehr als eigene Art beschrieben werden können. Eine entsprechende Abspaltung der *Dactynotus*-Parasiten ist dagegen — in erster Linie mangels Vergleichsmaterial — noch nicht gelungen.

Es würde zu weit führen, hier sämtliche Beispiele für die Aufspaltung einer typologisch definierten Art der Unterfamilie *Aphidiinae* mit inhomogenem Wirtsspektrum in verschiedene, durchaus auch morphologisch abgrenzbare Spezies aufzuzählen. Andererseits konnten bislang als sichere Arten behandelte Parasiten mit gleicher *Habitatio* synonymisiert werden, da sich die Differentialkriterien lediglich als populationspezifisch erwiesen. Innerhalb der Unterfamilie gibt es zweifellos noch Art-Komplexe, deren Wirtsverzeichnis in keiner Weise der Annahme einer begrenzten Wirtsspezifität gerecht wird. Es darf aber angenommen werden, daß hierfür in erster Linie eine ungenügende Erfassung des Artcharakters verantwortlich ist. Sind zuverlässige Bestimmungsmerkmale vorhanden, wie insbesondere für die rund 50 Arten der Gattung *Trioxys* Haliday, dann erwies sich der Wirtsbereich stets auf einige nahe miteinander verwandte Blattlaus-Gattungen begrenzt.

Der Einwand, daß in den geschilderten Fällen lediglich eine Verwandtschaft 2. Grades, d. h. eine Noch-Ähnlichkeit (Hennig 1957), vorliegt, kann vorerst nicht stichhaltig widerlegt werden. Diesem Problem kommt meiner Meinung nach jedoch nur zweit-rangige Bedeutung zu, da es nicht den Wert der Fahrenholz'schen Regel als Arbeitshypothese schwächt. Über die Entstehung neuer Parasiten-Arten sind bisher folgende Theorien diskutiert worden: einmal durch eine harmonische Beschränkung des Lebensraumes, d. h. durch eine Abspaltung mono- oder oligophager Formen von polyphagen Ausgangstypen (Börner 1939), andererseits aber auch durch eine Erweiterung des Wirtsbereichs. Daneben können neue Formen mit abweichender Wirtsbindung durch Bastardierung entstehen. In jedem Fall sind den durch Mutation veränderten Typen enge, selektiv wirkende Grenzen in ihrer Anpassungsfähigkeit an den oder die zur Verfügung stehenden Wirte gesetzt. Für diese Auffassung sprechen sämtliche Übertragungsversuche, die bisher mit parasitischen Hymenopteren durchgeführt wurden. Neben rein morphologischen Veränderungen wie der Entstehung von Kümmerformen, zeigte sich bei Zuchten in Sekundärwirten ein deutlicher Rückgang in der Fertilität und erhöhte Ausfälle durch Immunisierungsprozesse des Wirtes.

Die vergleichende Untersuchung des Parasitenspektrums einer bestimmten Blattlaus-Familie ermöglicht wertvolle Rückschlüsse auf den Prozeß der Artbildung. Weiter erlaubt sie, in Verbindung mit morphologischen und physiologischen Methoden, die Aufstellung eines natürlichen Systems der *Aphidiinae*. Ob die Parasitenverteilung auch Aufschlüsse über die verwandtschaftlichen Beziehungen der *Aphidoidea* ermöglicht, sei vorerst dahingestellt. Sie bietet sich jedoch als erprobenswerte Methode bei der Neuordnung schwieriger Blattlausgruppen oder zur Überprüfung der nach anderen Gesichtspunkten getroffenen Einteilung an.

Der Wert dieser Überlegungen für die Praxis der biologischen Schädlingsbekämpfung ist augenfällig. Sie erlauben eine bessere Auswahl bei der Einfuhr spezifischer Parasiten. Durch die sinnvolle Kombination der zur Verfügung stehenden Schlupfwespen mit den ihnen entsprechenden Wirtsläusen werden Dauer- oder Massenzuchten wesentlich erleichtert. Darüber hinaus ist vielleicht von dieser Seite eine Klärung mancher Mißerfolge bei der Freilanderprobung von im Labor gezüchteten Wespen möglich.

Es bleibt abzuwarten, ob die Fahrenholz'sche Regel ganz allgemein zu einem wertvollen Hilfsmittel der Entomophagenforschung werden kann oder ob sie — wie bisher vielfach angenommen wurde — nur beschränkte Gültigkeit besitzt. Die bereits unter-

suchten Beispiele im Beziehungsgefüge Blattläuse—Blattlaus-Schlupfwespen sprechen für eine parallele Evolution von Wirts- und Parasitenorganismen und fordern eine eingehende Überprüfung aller der Arten, deren Wirtsspektrum verwandtschaftlich nicht zusammengehörige Aphiden enthält.

#### LITERATUR

BÖRNER, C., Anfälligkeit, Resistenz und Immunität der Reben gegen Reblaus. Allgemeine Gesichtspunkte zur Frage der Spezialisierung von Parasiten: die harmonische Beschränkung des Lebensraumes. — Z. hyg. Zool. Schädlingsbek. 31, 274—285, 301—308, 325—334, 1939. — BÖRNER, C., Europae centralis Aphides. Die Blattläuse Mitteleuropas. Namen, Synonyme, Wirtspflanzen, Generationszyklen. — Mitt. thüring. bot. Ges., Weimar, 3. Beiheft, 1952. — BROWN, W. J., Taxonomic problems with closely related species. — Ann. Rev. Entom. 4, 77—98, 1959. — HENNIG, W., Systematik und Phylogenie. — Bericht 100-Jahrfeier. Dtsch. Ent. Ges. Berlin 1956, Berlin 1957, p. 50—71. — MACKAUER, M., Die europäischen Arten der Gattung *Lysiphlebus* Foerster (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae). Eine monographische Revision. — Beitr. Ent. 10, 582—623. 1960.

#### DISKUSSION

J. M. FRANZ: Wie läßt sich bei Übertragungsversuchen einer Parasitenart auf einen neuen Wirt der Fehler vermeiden, der durch Laboratoriumsbedingungen entsteht und der auch in Ihrem Vortrag erwähnt wurde?

MACKAUER: Es ist bei Übertragungsversuchen von Blattlaus-Schlupfwespen kaum möglich, den Einfluß von Laboratoriumsbedingungen vollständig auszuschalten, zumal die Weibchen bei der Eiablage ganz allgemein ein wenig selektives Verhalten zeigen. Entscheidend für die Weiterentwicklung des abgelegten Parasiteneies ist, ob die jeweilige Aphidenart dem „maximalen Wirtsbereich“ des Parasiten angehört. In allen bisher untersuchten Fällen ist der „maximale Wirtsbereich“ phylogenetisch bedingt und nicht durch Außenfaktoren zu beeinflussen gewesen.

## HOST SELECTION PATTERNS IN SOME NEARCTIC ICHNEUMONIDS (Hymenoptera)

HENRY TOWNES

Museum of Zoology the University of Michigan, USA

There has been a great deal of emphasis on the accumulation of host records for parasitic insects, as a result of which we are beginning to have an understanding about which groups or species of parasites attack which hosts. All are restricted in their host selection to some degree, but as more host records become known it is apparent that the restrictions are often not so close as was previously believed. It is also becoming apparent that host restriction is due to a combination of factors, only some of which are correlated closely with the phylogenetic relations of the host. Very frequently host selection is most strongly influenced by something in the biology or the physical or chemical characteristics of the host which may be duplicated by rather unrelated species. In such cases, which may prove to include the majority of species of such parasitic groups as the ichneumonids, the hosts include a variety of species, not closely related, which happen to have the critical characteristics.

Probably the most important single factor determining host selection, after those factors that limit the parasite to a very broad phyletic line of hosts, are the ecological factors. There are first the general ecological factors that limit the parasites to hosts within its geographic range, ecological habitat, and seasonal distribution. These are rather obvious, but it is commonly overlooked that the ovipositing female of each species of parasite searches for hosts of certain characteristics in a restricted ecological niche, and that a parasite may attack a variety of hosts which happen to meet its peculiar ecological requirements.

To illustrate the importance of the ecological niche, I can cite some examples, which are rather random except that all are from a single tribe of ichneumonids, the Pimplini:

1. *Grapholitha molesta*, a small moth that is a pest of peach trees and of peaches, was introduced into America from Japan. Its parasites have been studied intensively in America, and in 1944, at the last tabulation, there were records of 40 species of American ichneumonids parasitizing it. These ichneumonids occur naturally in overgrown fields or open woods, which are situations similar to orchards where the pest occurs. They have attacked this new host because it now occurs in their natural habitat. If there had been introduced into their habitat a hundred additional species with the general characteristics of this pest, instead of only one, probably a hundred rather than one species would have been added to the host ranges of many of the various parasites. By this reasoning we can say that the number of hosts attacked by the parasites depends on the number available in their habitat. This is surely an oversimplification of the question, but is probably nearer the facts than the idea that a particular parasite is restricted to a particular kind of host.

2. *Exeristes comstockii* is widely distributed in North America and has been reared a number of times. There is a race of the species in the southeastern United States, differing slightly in morphology, that has been reared from borers in the shucks of pecan nuts. Over the rest of the range the species parasitizes hosts in coniferous trees. The recorded hosts of the typical race include 19 species in 7 genera, belonging to the families *Olethreutidae*, *Tortricidae*, *Phycitidae*, and *Curculionidae*. The things that these rather diverse hosts have in common is that they are feeders in the shoots or cones of various coniferous trees. Besides rearing records in which the insect hosts were known, there are many additional rearings from plant material. These concern 18 different species of plants, 17 of them conifers and one a small mistletoe that grows on conifers. It is certain that the parasite is attracted first to the growing tips of the conifers, and there attacks a wide range of hosts that bore in them, with little discrimination about their phyletic relationships.

3. The genus *Apistephialtes* contains sixteen known species. Seven of these sixteen, including two in America, have been reared from *Carpocapsa pomonella*, an originally European pest of apples that has become widely distributed. From the meager information available, six of the seven species probably attack the *Carpocapsa* as pupae under bark scales.

It appears probable that these six species regularly parasitize pupae under the scales of bark, and that when *Carpocapsa pomonella* pupates under bark scales it becomes a host along with the rest of the species. Prior to the introduction of *Carpocapsa* to their ranges they would have had to depend on other hosts, and even now *Carpocapsa* seems to be an exceptional rather than a normal host. If this is the case, we should state that these species are parasites of pupae under bark, rather than that they are parasites of a particular host. The primary thing that determines host selection for these species is not so much the kind of host, as where it occurs.

4. The seventh species of *Apistephialtes* reared from *Carpocapsa pomonella* is the American *Apistephialtes nucicola*. *Carpocapsa pomonella* sometimes attacks walnuts, feeding in the rind of the husks, and it is in this habitat rather than under bark scales that it is commonly parasitized by the seventh species. Other rearing records of this seventh species of the parasite are as follows: 1 rearing from *Andricus* galls, 16 rearings from *Cynips* galls on oak, 1 from a *Disholcaspis* gall, 9 from various undetermined galls on oak, 1 from oak with host not specified, 3 from acorns on oak, 5 from nuts of cultivated and wild *Corylus*, 1 from a *Pontania* gall on willow, and 1 from a *Gnorimoschema* gall. The thing that all these hosts have in common is that they are contained in nuts or galls, usually on deciduous trees. The contents of the nuts and galls are Lepidoptera, sawflies,



and cynipids, which must have widely different physiologies. To the parasite they appear to be similar and acceptable because they are all in the same ecological situation. To state correctly the host preference of this parasite would be to describe the ecological situation required for hosts, their size range, and physical characteristics, rather than to name particular host species. *Carpocapsa pomonella*, for instance, is attacked not because it is a *Carpocapsa* so much as because it occurs in a certain habitat.

5. The genera *Iseropus* and *Acropimpla* belong to a group of genera that are parasitic on cocoons and silken cases of various kinds. A species in eastern North America is *Iseropus coelebs*. This is a common parasite of cocoons of *Malacosoma* and of *Hemerocampa*. These hosts belong to different families, but are ecologically similar in that both make moderately large, flimsy cocoons on tree trunks and larger branches of deciduous trees. The best generalization on the host preference of the parasite would state the general type of cocoon attacked and where it must be located. The exact species of host in this case is less important.

6. Another common American species of the *Iseropus-Acropimpla* group is *Acropimpla alboricta*. There are 38 separate rearing records for it. The recorded hosts include ten genera of moderately small lepidoptera distributed among several families, plus one record from "*Malacosoma*" which may or may not be correct. The recorded hosts, except *Malacosoma*, spin their cocoons among the foliage of deciduous trees and bushes. This parasite attacks a different range of hosts than *Iseropus coelebs*, which can best be described as being of smaller size than the hosts of *coelebs* and being spun among foliage rather than on trunks and branches.

7. The genus *Dolichomitus* has nineteen Nearctic species. Fourteen species of the nineteen have been reared, from borers, a total of 111 different rearings. Sixty-three of the rearings were from the wood of coniferous trees and 48 from deciduous trees and bushes. Though the genus as a whole parasitizes borers in both kinds of wood the individual species are more selective. Of the fourteen reared species, seven have been reared only from conifers and the other seven only from deciduous trees and bushes. None of them is known to parasitize hosts in both conifers and deciduous trees, but the hosts of the individual species in both conifers and deciduous woods include Cerambycids, Buprestids weevils, and Aegeriid Lepidoptera rather indiscriminately. Although the species are restricted to ovipositing in one type of wood, there is good evidence that the kind of borer parasitized is less important. In this genus the habitat of the borer more rigidly restricts the host range than does the host itself.

These are a few examples from a single tribe of the large family Ichneumonidae. The list could be considerably expanded with other examples, both of ichneumonids and of other parasitic insects. These would tend to show the same thing, which is that host preference is determined to a large degree by the habitat and general characteristics of the host. The taxonomic relations of the host are often correlated with habitat and general characteristics, which sometimes results in a deceptive appearance that the parasite is restricted to certain taxonomic groups. Further information frequently shows that where several rather unrelated hosts are in the same habitat and are superficially similar, there is a tendency for all to be attacked by the same parasite. Individual host records are all valuable evidence, but often a more important question is the ecological niche in which the female searches for hosts, and the general characteristics required for a host to be suitable.

This analysis would not be complete without comparison with at least one ichneumonid of a very restricted host range: The genus *Idiogramma*, so far as known, parasitizes only the genus *Xyela*. The larvae of *Xyela* feed both in the staminate cones of pine and in the young shoots of pine. *Idiogramma* has been found only around pine trees with maturing staminate cones, at the time the *Xyela* larvae are maturing. Just before the



pollen is shed the *Xyela* larvae leave the cones and drop to the ground for pupation. After the pollen is shed *Idiogramma* adults suddenly disappear and are not seen again until the next season. There are several species of *Idiogramma* and many of *Xyela*. It is probable that the *Idiogramma* species will attack any species of *Xyela* they come across in the staminate cones, but so far as known will not attack the *Xyela* species that bore in young shoots of pine. Although this is a case of very restricted host selection, it is not surprising if we remember that in the staminate cones, which is the special habitat exploited by *Idiogramma*, *Xyela* larvae are the only hosts to be found. If other larvae of about the same size and physical characteristics were present in the cones, they also might be hosts of *Idiogramma*. The occurrence of a narrow host range does not necessarily mean that the parasite selects only members of a certain narrow phyletic group. In many cases, possibly the majority, it means only that a single narrow phyletic group occupies the ecological niche exploited by the parasite.

### DISCUSSION

R. VAN DEN BOSCH: 1) Have you examined the fate of eggs or larvae in some of these parasites with broad host ranges. That is insofar as reaction of the host blood cells to them in the form of phagocytosis?

2) Although some parasites apparently have wide host ranges others are highly specific for example mixed populations of *Acyrtosiphon*, *Therioaphis* and *Aphis craccivora* on Alfalfa are never parasitized by Aphidiine parasites of each other, but invariably by their specific parasites. This occurs ever where the parasites are forced to run through colonies of the non normal host species.

TOWNES: 1) I am familiar with the literature on this subject but have not personally done research on it.

2) Since I am not familiar with the details of these cases I had rather not try to explain them. It is probable that parasites attacking exposed hosts are more specific to the host itself than are those attacking concealed hosts, where the parasites, contact is more with material covering the host than with the skin of the host.

P. DE BACH: I agree with Dr. Townes that very broad host preference in certain groups of parasites may have been somewhat neglected in biological control but would point out that several successes, such as that of the coconut moth in Fiji resulted from importation of natural enemies of rather distantly related pests. Also, of course, many parasites are very highly host specific. The first step in a biological control importation project still should be to obtain the natural enemies from the same pest (host) and the same host plant in the country of origin if possible. Failing in this other possibilities should be covered.

TOWNES: None.

G. T. KERRICH: The question of ecological host specificity, raised by Dr. Townes, is of great interest. I would cite the case of the Chalcidid genus: *Pachyneuron*, which is a parasite of Aphidids and Coccids and of their Coccinellids and Syrphids predators. Presumably from the predators the parasites get much the same kind of food at second hand as they would do from the Aphidids or Coccids at first hand. In the case of *Exeristes contracheli* it would seem that the parasite is first attracted to coniferous shoot-tips, and then requires to be nourished by an insect, be it lepidopterous or Curculionid, that has fed on coniferous food.

As Dr. Townes mentioned, cases can also be cited in which the parasite is as much interested in the phylogeny as in the ecological conditions. Thus, there are species of the Ichneumonid genus *Spilocryptus*, that are secondary parasites, attacking Ichneumonidae in strong lepidopterous cocoons, and others that are primary and attack Tenthredinoidea in strong cocoons: what these appear to have common is that they attack Hymenoptera in strong cocoons. The species *Hemiteles areator* Panz. has been reared from four orders of insects, and the factor there may be in common is that it is a secondary parasite attacking Ichneumonidae or Braconidae in cocoons.

TOWNES: The European *Hemiteles areator* is closely related to the Nearctic *Gelis tenellus*. In fact the only known difference between the two is that *tenellus* is parthenogenetic and *areator* is not. *Gelis tenellus* is either a primary or a secondary parasite. It attacks almost any small cocoon. If the host cocoon belongs to that of an Ichneumonid or Braconid it is a secondary parasite. If it belongs to a chrysopid or a small Lepidopteron it is a primary parasite. It is very likely that *Hemiteles areator* has almost the same host range as *Gelis tenellus*, and that it is a primary parasite as well as secondary.

# NUOVE OSSERVAZIONI SULL'OPIUS TROVATO IN SICILIA

SALVATORE MONASTERO

Istituto di Entomologia Agraria dell'Università di Palermo (Sicilia)

Il Fischer ha pubblicato, in *Entomophaga* (1), uno studio tassonomico, sulle specie del genere *Opius*, nel quale ritiene che le specie: *Opius perproximus* Silvestri, *Opius humilis* Silvestri e *Opius siculus* Monastero siano sinonimi della specie *Opius concolor* Szépl.

Per quanto riguarda l'*Opius siculus*, tenendo presente la tanto cordiale corrispondenza intercorsa tra l'illustre specialista e me, e prese in esame le considerazioni esposte da E. Billioti e P. Delanoue 1959 (2), quelle del Russo 1959 (3) e del Jannone e Binaghi 1959 (4), che in gran parte confermano le conclusioni a cui il Fischer era arrivato, ritengo che la questione dell'*Opius* trovato in Sicilia possa essere riassunta nei seguenti termini:

Le valutazioni fatte dal Fischer sulle variazioni dei caratteri morfologici, tra gli esemplari provenienti dall'Africa, appartenenti alla specie *Opius concolor* Szépl. in confronto con quelli provenienti dalla Sicilia (esame fatto su soli 3 maschi e 3 femmine), non sono tali da giustificare la formazione di una nuova specie (*bona species*); per cui gli esemplari di *Opius*, trovati dal Monastero in Sicilia, nel 1931, e denominati, da questi, *Opius siculus* (5) (7), sono da ritenere, secondo il Fischer, appartenenti alla stessa specie di quelli viventi in Africa e già classificati dal Szépligeti: *Opius concolor*.

Se, però si trovassero caratteri ecologici o, biologici, differenti, lo stesso Fischer (1) e gli AA. sopra citati, sono tutti d'accordo nel ritenere che gli esemplari trovati in Sicilia potrebbero essere considerati appartenenti a « specie o razze biologiche diverse » Russo (3), Jannone (4); o a « linee ecologiche » Billioti-Delanoue (2), diverse; gruppi da considerare analoghi alla « specie elementare » del Jordan.

In questo caso secondo lo stesso Fischer (6), i suddetti esemplari potrebbero essere indicati: *Opius concolor* Szépl. *siculus* Mon.

Esistono allo stato attuale delle nostre conoscenze osservazioni biologiche o studi comparativi tali da giustificare per un fenomeno di endemismo, l'esistenza di una razza biologica o specie elementare di *Opius*, diversa da quella specie esistente nell'Africa del Nord?

Fino ad oggi, i fatti assolutamente certi, da mettere in evidenza sono i seguenti:

1°) Che gli *Opius* trovati in Sicilia nel 1931 (7) sono diffusi in quasi tutta l'isola di Sicilia e che essi sono stati trovati, più o meno abbondantemente, tutti gli anni e, in special modo, nel 1958 e 1959 e che detti esemplari vivono numerosi mesi e si accoppiano anche in cattività.

Alcuni esemplari sono rimasti in vita dal Dicembre 1934 fino al Maggio 1935<sup>7</sup> (8).

2°) Che gli *Opius* della Sicilia non hanno mai parassitizzato, in natura, larve di *Ceratitis capitata* Wied., pur essendo queste numerose e presenti in tutta l'isola su molti frutti, in tutti i mesi dell'anno, fino a Novembre e Dicembre, mesi in cui gli *Opius* sono molto numerosi e non trovano, o trovano con molta difficoltà, larve di *Dacus oleae*.

Gli *Opius concolor* dell'Africa, allevati da Billioti e Delanoue (2), invece, parassitizzano facilmente le larve di *Ceratitis capitata* Wied., allevate artificialmente.

3°) Che io ho tenuto in allevamento, dal Novembre 1958 fino al Febbraio 1959 e dal Novembre 1959 fino al 27 Gennaio 1960, rispettivamente numero 10.055 e numero 274.662 esemplari di *Opius*, sviluppatasi da pupe di *Dacus oleae* raccolte in alcuni Comuni della Sicilia occidentale (9) (10).

4°) Che i primi tentativi fatti in laboratorio per far parassitizzare larve di *Ceratitis*, tenute in sacchetti di garza, dagli *Opius* raccolti in Sicilia, non sono fin'ora riusciti<sup>1</sup>.

5°) Che gli *Opius concolor*, secondo Martelli jun. (11), parassitizzano nello stesso ambiente (Tripolitania), per il 15,5% le larve di *Dacus oleae* ospiti nelle olive della varietà

<sup>1</sup> Dopo l'invio di questa nota alla Segreteria del Congresso di Vienna, nell'Agosto scorso (1960), altri tentativi fatti nel nostro Istituto di Entomologia Agraria, seguendo la particolare tecnica suggeritaci cortesemente dal Prof. Féron, hanno dato esito positivo, nel senso che siamo riusciti a parassitizzare, in cattività, larve di *Ceratitis capitata* con *Opius siculus*.

«indusi» di Tripoli a frutto piccolo, e soltanto per lo 0,3% le larve di *Dacus*, ospiti in olive della varietà «pizzuta, importata dalla Sicilia; avendo queste ultime una polpa più grossa delle prime».

Gli esemplari di *Opius* trovati in Sicilia, hanno un ovopositore più lungo di quello degli *Opius concolor* (5) (in media mm. 2,56 contro mm. 2,25) e parassitizzano le larve di *Dacus* che sono ospiti in tutte le varietà di olive coltivate in Sicilia, comprese quelle a polpa grossa, dette «olive da tavola» che tipicamente si coltivano nel Comune di Castelvetro (Trapani).

Tenendo presenti questi fatti e richiamando le idee espresse dal Beer e Sacchetti (12), nonché da altri numerosi autori, sulle difficoltà che si incontrano nella definizione e determinazione delle singole entità sistematiche e in particolar modo della «Specie», è da ritenere che qualsiasi diagnosi, basata soltanto su caratteri morfologici, può dar luogo a dubbi e portare, a volte, ad errori di valutazione.

D'altro canto, i su menzionati caratteri differenziali giustificano, a mio avviso, allo stato attuale delle nostre conoscenze, almeno l'esistenza di una «specie elementare»; a parte l'utilità pratica di poter fare riferimento, durante gli studi in corso, agli esemplari trovati in Sicilia o a quelli provenienti dall'Africa.

In conclusione, pur accettando il giudizio espresso dall'illustre specialista Fischer, ma, tenendo presente, nel contempo, i sopra elencati caratteri di differenziamento tra i due gruppi: quello africano e quello siciliano, e in particolar modo, il carattere dell'ambiente «insulare» in cui questa popolazione vive e si moltiplica, nonché le considerazioni esposte nel 1957 (13), propongo di tenere in sospeso il definitivo giudizio sulla sinonimia specifica tra gli esemplari viventi in Sicilia e quelli viventi nella Africa del Nord, e, in attesa che ulteriori e più profondi studi ed osservazioni possano portare nuovi e più sicuri elementi di giudizio, indicare nel frattempo, gli esemplari di *Opius* parassiti di *Dacus oleae*, trovati in Sicilia, con il nome infraspecifico di: *Opius concolor* Szépl.-*siculus* Monastero.

#### LAVORI CONSULTATI

1. FISCHER M. Über die Variabilität von taxonomisch wichtigen Merkmalen bei *Opius concolor* Szépl. (Hym Braconidae) — Entomophaga — Tomo III — N. 1 — 1° trim. 1958 — C. I. L. B. — 2. BILLIOTTI E. — DELANOUE P. Contribution a l'étude biologique d'*Opius concolor* Szépl. (Hym. Brac.) en élevage de laboratoire Entomophaga — Tomo IV — N. 1 — 1° trim. 1959 — C. I. L. B. — 3. RUSSO G. Esperimenti di lotta biologica contro la mosca delle olive (*Dacus oleae*) e mosca della frutta (*Ceratitis capitata*) in Italia. — Boll. Lab. Entom. Agr. — Portici Vol. XVII — Settembre 1959. — 4. JANNONE G. — BINAGHI G. Primi esperimenti d'introduzione in Liguria di un endofago della mosca delle olive: *Opius concolor* Szépl. (= *O. siculus* Mon.) della Sicilia — Boll. Lab. Entom. Agr. — Portici — Vol. XVII — Settembre 1959. — 5. MONASTERO S. Studio sulla posizione sistematica dell'*Opius siculus* Mon. endofago della mosca delle olive — Atti. R. Acc. Sc. Lett. ed Arti — Vol. XVIII — Fasc. III<sup>o</sup> — Palermo, 1934. — 6. FISCHER M. Lettera del 9 Dicembre 1959. — 7. MONASTERO S. Un nuovo parassita endofago della mosca delle olive trovato in Altavilla Milicia (Sicilia) — Fam. Braconidae Gen. *Opius* — Atti R. Acc. Sc. Lett. et Arti di Palermo — Vol. XVI — Fasc. III<sup>o</sup> — 1931. — 8. MONASTERO S. Nuove osservazioni sull'*Opius siculus* parassita endofago della mosca delle olive — Atti R. Acc. Sc. Lett. ed Arti — Serie IV — Vol. 1<sup>o</sup> — Palermo, 1940. — 9. MONASTERO S. Una eccezionale cattura di *Opius siculus* Mon nella annata agraria 1958 — Boll. Ist. Entom. Agr. ed Osserv. Malattie delle Piante — Vol. III — Palermo, 1959. — 10. MONASTERO S. Altra straordinaria cattura di *Opius* parassiti di *Dacus oleae* Gmel in Sicilia nel 1959 — Boll. Ist. Entom. Agr. ed Osserv. Malattie delle Piante — Vol. III<sup>o</sup> — Palermo, 1960. — 11. MARTELLI G. Contributo alla conoscenza biologica del *Dacus oleae* R. e dei suoi parassiti in Tripolitania — Agr. Coloniale — Anno XXXI — N. 4 — Serie A. — Novembre 1919. — 12. BEER e SACCHETTI. Problemi di sistematica biologica — Ediz. Scientifiche Einaudi — Roma, 1952. — 13. MONASTERO S. Cronistoria e stato attuale delle nostre conoscenze sulla lotta biologica contro la mosca delle olive (*Dacus oleae* Gmel.) — Boll. Ist. Entom. Agr. dell'Università di Palermo — N. 13 — Palermo, 1957.



# ZUR FRAGE DER ERHÖHUNG DER WIRKSAMKEIT OLIGOPHAGER PARASITEN DURCH METHODEN DER KONZENTRATION UND ANREICHERUNG DERSELBEN

V. A. SČEPETILNIKOVA, UdSSR

Ergebnisse der theoretischen Untersuchungen und der Praxis der biologischen Bekämpfung ermöglichen es uns, an die Aufgaben zur Erzielung künstlicher, mit Entomophagen gesättigter, Biozönosen heranzugehen. Geklärt ist bereits, daß eine hohe ökonomische Wirksamkeit sowohl von eng spezialisierten als auch von polyphagen Arten erhalten werden kann.

Zu diesem Zweck werden für jede Gruppe spezifische Methoden angewendet. In der Sowjetunion erwiesen sich gegen mehr als 20 wichtige Schädlingsarten etwa 30 verschiedene spezialisierte Entomophagenarten als effektiv.

Bei den eng spezialisierten Entomophagen sind die Entwicklung, die physiologischen Besonderheiten und das Verhalten den Besonderheiten des Hauptwirtes angepaßt. Beide stellen an die Umwelt sehr ähnliche Ansprüche.

Der Wirt besitzt keine Immunität zu solch einem Parasiten.

Engspezialisierte Arten unterdrücken die Vermehrung der Schädlinge, ohne daß zusätzliche Maßnahmen ergriffen zu werden brauchen.

Ihre Anwendung besteht in einer einmaligen Besiedlung der Schädlingsherde (als Akklimatisation und als innerareale Umsiedlung).

Da die polyphagen Parasiten keine Synchronisation der Entwicklung mit dem Wirt haben, werden sie mit Hilfe der Saison-Kolonisation angewandt (jährliches Ausbringen der Parasiten).

Die Vergrößerung der Effektivität der besonders zahlreichen Parasiten mit unvollständiger Anpassung an den Wirt (Oligophagen), wird mit Hilfe von Methoden erreicht, die eine Konzentration und Anreicherung der Parasiten fördern.

Zu diesem Zweck wurde im Institut für Pflanzenschutz in der UdSSR das Verhalten der Imaginalphase und vor allem der zusätzlichen Ernährung der Parasiten untersucht.

Bei einer Reihe von Arten der Hymenopteren erfolgt das Schlüpfen der Imagines aller Generationen (*Apanteles glomeratus*) oder eines Teiles der Generationen (*Aphytis proclia*) bereits lange vor dem Erscheinen jener Entwicklungsphase der Wirte, die sie parasitieren. Das Leben der erwachsenen Parasiten dauert ohne Nahrung nur etwa 1—2 Tage.

Bei anderen Arten, z. B. bei *Ageniaspis fuscicollis*, die mit dem Wirt synchron auschlüpfen, endet das Leben und die Eiablage des Parasiten wesentlich früher als die Entwicklung der von ihm parasitierten Phase (z. B. *Hyponomeuta*).

Einige Arten, insbesondere die Tachinen (*Sturmia scutellata*, *Ernestia consobrina*), werden ohne eine etwa 1,5 Monate dauernde Ernährung an Nektar-Pflanzen nicht reif.

Bei Nektarernährung wird das Heranreifen der Parasiten beschleunigt, die Eiproduktion erhöht (um das 10—20fache), die Lebensdauer und die aktive Periode des Parasiten wird vergrößert (bis zu 40 Tage).

Das Wichtigste liegt darin, daß die Nektarernährung dem Parasiten ermöglicht, bis zum Auftreten der für die Parasitierung notwendigen Phase am Leben zu bleiben.

Dort, wo es Nektarpflanzen gibt, erfolgt die Entwicklung des oben genannten oligophagen Parasiten und des Wirtes synchron.



Somit wird die unvollständige Anpassung der Entwicklung des Parasiten an die Wirte durch die zusätzliche Ernährung kompensiert.

Auf Grund der erhaltenen Ergebnisse arbeiteten und arbeiten wir noch Methoden zur Konzentration und Anreicherung von oligophagen Parasiten an Obst- und Gemüsekulturen aus.

Die Versuche zeigen, daß sich im Zuge der Aussaat von *Phacelia*, Klee (*Trifolium*), Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*), Dill (*Arethum graveoleus*) und anderen zwischen den Obstbaumreihen die Parasitenmenge auf den Apfelbäumen sich um ein Mehrfaches vergrößerte, im Vergleich zu den Obstanlagen, wo es keine Nektarpflanzen gibt. So wurden zum Beispiel in 5 Minuten auf einem Apfelbaum bis zu 90 Parasiten gefangen.

Die Parasitierung von *Aspidiotus perniciosus* durch die polyvoltine Art *Aphytis proclia* erhöhte sich in den Versuchen im Laufe einer Saison von geringen Werten (1—2%) bis auf etwa 75%; bei *Hyponometa* sp. stieg die Parasitierung durch die monovoltine *Ageniaspis fuscicollis* nach Einbringen von Nektarpflanzen bis auf 55% an.

Durch die Konzentration von *Ernestia*, die dadurch erreicht wurde, daß nektartragende Pflanzen, wie z. B. Petersilie, Möhren, Zwiebeln und andere auf dem Kohlfeld angebaut wurden, stieg die Parasitierung von *Barathra brassicae* von geringsten Werten (8—16%) bis auf 65—95% an.

Für oligophage Parasiten mit einer größeren Anzahl von Wirten, wie zum Beispiel die Parasiten von *Eurygaster integriceps*, die Scelioniden *Microphanurus semistriatus* und *Telenomus sokolovi*, auch Parasiten von *Hadena sordida*, die Tachinen *Pseudogonia cinerascens* und *Tachina magnicornis*, ist nicht nur die zusätzliche Ernährung, sondern auch die Suchfähigkeit zum Ausfindigmachen und die Fähigkeit zur Parasitierung zusätzlicher Wirte wichtig.

Infolgedessen erhöht sich die Parasitierung auf Weizenfeldern von 1—30% auf 80—95%, wenn sie an Baum- und besonders an Busch-Pflanzungen, wie auch an solchen Kulturen, wie zum Beispiel Sonnenblumen, Mais, Futtergräser usw., angrenzen. Hier sammeln sich zusätzliche Wirte; dasselbe geschieht, wenn Weizen nach solchen Kulturen angesät wurde.

Somit gibt die Anreicherung von Entomophagen mit Hilfe der Lockpflanzen und des rationellen Anbaues der Kulturen, sowie die Kolonisation neuer Arten oder Formen in den Schädlingsherden die Möglichkeit, die Biozönosen mit Entomophagen zu bereichern.

## DISKUSSION

Dr. J. M. FRANZ: Welche Angaben können Sie über die Wirkung der Lockpflanzen neben den Weizenfeldern machen, im Vergleich zu den unbehandelten Feldern (Parasitierungsprozente)?

SČEPETILNIKOVA: Auf den Weizenfeldern, die fern von Baum- oder Buschpflanzungen oder von den Feldern mit Mais, Sonnenblumen usw. sind, ist die Parasitierung der Eier von *Eurygaster integriceps* 1—30%. Die Parasitierung der Raupen von *Hadena sordida*, die weit von Nahrungspflanzen und Kulturen sind, wo die zusätzlichen Wirte sich sammeln, ist 1—12%.

# PREMIÈRE CONTRIBUTION L'ÉTUDE DE DEUX ASOLCUS (Hym. Proctotrupidae) PARASITES DES ŒUFS D'EURYGASTER INTEGRICEPS PUT. (Het. Pentatomidae)

G. REMAUDIÈRE et M. ZOMORRODI

Manuskript nicht eingelangt

## ABSTRACT

Les deux espèces d'*Asolcus* étudiées ici sont élevées à grande échelle en Iran pour la lutte biologique contre les punaises des céréales. Les recherches préliminaires ont permis de décrire le comportement de la femelle au cours de la ponte, de suivre l'évolution du parasite à l'intérieur de l'œuf d'*Eurygaster* et de mettre en évidence les modifications apparentes de l'œuf qui accompagnent le développement du parasite.

L'œuf des deux espèces d'*Asolcus* est du type pédonculé, à chorion lisse. Au cours de l'incubation, l'œuf se dilate et prend l'aspect d'une sphère surmontée du pédoncule. La larve néonate du type porte deux fortes mandibules et une queue d'aspect très différent selon l'espèce (longue, arquée, fine et pointue chez l'une, courte presque droite, plus épaisse et obtuse chez l'autre).

Au cours de sa croissance, la larve du premier stade se distend dans sa partie postérieure et prend un aspect pyriforme puis la partie antérieure se dilate à son tour considérablement; à la fin du stade I, la larve est 15 à 25 fois plus volumineuse qu'au moment de sa sortie de l'œuf.

L'embryogénèse normale des œufs de punaises non parasités est accompagnée de modifications bien visibles à travers le chorion. Dès qu'un œuf d'*Eurygaster* a reçu un œuf d'*Asolcus* le processus normal de l'embryogénèse de la punaise est profondément altéré. Les modifications qui en résultent sont directement perceptibles quelques heures après la pénétration de l'œuf de l'hyménoptère, c'est-à-dire avant l'éclosion de cet œuf. Le stade embryonnaire de l'hôte se trouve bloqué au moment de la ponte du parasite. Les désorganisations visibles à travers le chorion sont décrites en détail, elles varient en fonction du stade de l'embryon mais, à un stade donné, elles sont identiques pour les deux espèces considérées.

Lorsque l'embryon de la punaise est à un stade trop avancé, de développement du parasite ne peut s'accomplir mais les désorganisations causées par sa présence entraînent également la mort de l'hôte.

## DISCUSSION

P. BOVEY: Les *Ooencyrtus* pondent — ils de préférence dans les œufs d'*Eurygaster* parasites par *Asolcus* et déposent — ils leur œufs dans le vitellus de l'*Eurygaster* ou dans la larve du parasite primaire?

REMAUDIÈRE: Les *Ooencyrtus* mis en présence d'œufs parasités et d'œufs non parasités attaquent les uns et les autres. La position relative de l'œuf d'*Ooencyrtus* par rapport de la larve d'*Asolcus* semble dépendre du degré d'évolution de cette dernière. Lorsque la larve d'*Asolcus* est jeune l'œuf d'*Ooencyrtus* n'est jamais pondre dans celle-ci, mais dans le vitellus.

## SIGNIFICANCE OF COMPETITION IN THE NATURAL CONTROL OF APHIDS

M. J. WAY and C. J. BANKS

Manuskript nicht eingelangt

## ABSTRACT

The rate of multiplication of individual virginoparae of *Aphis fabae* Scop. is increased initially by their aggregation with other aphids of the same species. However, the increase in numbers is quickly checked by intra-specific competition. Intra-specific competition also makes the aphids smaller and causes newly formed adult apterae to emigrate as well as inducing production of emigrant alatae. The various effects of competition are important because they enable natural enemies notably Coccinellidae and Syrphidae to overtake the aphid host and control further increase.

# BIOLOGICAL CONTROL OF THE SPOTTED ALFALFA APHID IN SOUTHERN CALIFORNIA

ROBERT VAN DEN BOSCH and EVERT I. SCHLINGER

Manuskript nicht eingelangt

## ABSTRACT

Native predators, fungus disease, and imported parasites now effect highly satisfactory biological control of the spotted alfalfa aphid, *Therioaphis maculata* (Buckton) in Southern California. Losses to the aphid over the entire area have been reduced to about  $\frac{1}{5}$  their heaviest level. In some sections selective insecticidal treatments are utilized to complement biological control during restricted aphid outbreak periods. In other sections insecticidal controls are no longer necessary.

Efficacy of the various natural enemies is discussed and annual population trends in a typical evaluation plot (Imperial Valley) are critically analyzed.

## DISCUSSION

R. C. DICKSON: You have not yet achieved a complete biological balance as in the native home of the aphid, why?

R. v. d. BOSCH: I have seen some heavy infestations in Iran. It depends on the attitude of the grower. In addition alfalfa strains in the area in which this aphid is indigenous are probably somewhat resistant.

U. SEDLAG: How the percentage of parasitization is figured?

v. d. BOSCH: Formerly we didn't examine, if living Aphids contained larvae of parasites; now adult Aphids and larger larvae are dissected.

# THE NATURAL ENEMY COMPLEX OF APHIS FABAE AND ITS EFFECTIVENESS IN CONTROL

I. HODEK, P. STARÝ P. ŠTYS

Entom. Inst. Czechoslovak Acad. Sci., Chair Taxon. Zool., Charles University, Praha

Although chemicals are widely used in the control of *Aphis fabae* Scop., a serious pest of sugar beet in Czechoslovakia, little is known about the role of its natural enemies. The complex of parasites and predators of this aphid has been studied from 1957 to 1960 to ascertain the effectiveness of these insects in the two main zoogeographical regions of the country, the deciduous forest and the steppe zones. Attention was focused on the differences in the natural enemy complex in various habitats where the primary and secondary host plants of the pest occur.

## Composition of the natural enemy complex

Three species of Aphidiid parasites (Hym. Aphidiidae) were observed on the primary host plants: *Trioxys angelicae* Hal., *Praon abjectum* Hal. and *Ephedrus plagiator* Nees. On *Evonymus fundatrigeniae*, but not fundatrices, were seen to be attacked by all three species of parasites which are characteristic of insolated deciduous tree or forest habitats where the host aphid lives. On the secondary host plants, sugar beet and weeds, only *Lysiphlebus fabarum* Marshall was found as a parasite of *A. fabae*; it occurs in field habitats and is oligophagous.

Only six species of coccinellid predators were found in both primary and secondary habitats. *Adalia 2-punctata* L. and *Coccinella 7-punctata* L. were more abundant than

the rest and they differ in their ecology. *A. 2-punctata* was found on the primary host plants in great numbers, as larvae and as adults, whereas *C. 7-punctata* occurred there only in the adult state and then only when emerging from its winter quarters. Two other species, *Propylea 14-punctata* and *Coccinella 10-punctata*, occurred occasionally on *Evonymus*.

On the secondary host plants, *A. 2-punctata* was found only on weeds and on various plants along roads and pathways (*Cirsium*, *Arctium* and *Carduus*) and only exceptionally in sugar-beet fields. *C. 7-punctata* attacked *A. fabae* on sugar beet and on various plants outside the fields. *C. 5-punctata* and *P. 14-punctata* occurred occasionally on the secondary host plants.

The results of these observations confirmed our earlier conclusions on the relationships of these coccinellids to other aphid species. *C. 7-punctata* and *C. 5-punctata* are typical of fields, whereas *A. 2-punctata* is rare in the fields and is especially common among trees and shrubs; *P. 14-punctata* lives in both kinds of habitat. The differences in the ecology of the Coccinellidae depend apparently on differences in microclimatic requirements.

*Epistrophe balteata* DeG. was by far the species of Syrphidae (Dipt.) most often recorded on *Evonymus*. *S. vitripennis* Meig. and *S. torvus* O.-S. were less abundant, and five other species occurred only in insignificant numbers.

On sugar beet, *E. balteata* was more conspicuously dominant than it was on *Evonymus*, and *Sphaerophoria scripta* L. was the second-most important species there. Another four species of Syrphidae were recorded as predators of *A. fabae* on sugar beet but were not important.

The polyphagous, eurytopic *E. balteata* is certainly the dominant species on both the primary and secondary host plants of the aphid, and, because its larva is comparatively large, it is probably the most effective syrphid-predator of *A. fabae*. The fact that *S. scripta* is common on sugar beet but is absent from *Evonymus* agrees with the general view that it is associated with low-growing herbs in open fields. *S. vitripennis* and *S. torvus* are an important part of the syrphid-complex of *Evonymus* but were never once recorded on sugar beet.

Regarding an individual locality the syrphid complex on sugar beet is not so diverse as that on *Evonymus*, presumably because of the food requirements of the adults. We expect the adult insects to lay eggs in aphid colonies near their own sources of food and large fields of sugar beet are not such suitable habitats for the adult flies as the edges of woods and forests where *Evonymus* grows.

Heteroptera probably do not play an important role in the regulation of numbers of *A. fabae* for they were collected only occasionally from aphid colonies on sugar beet. *Anthocoris nemorum* L. and *A. pilosus* Jak. were often found among colonies of the aphid on *Evonymus*; the latter species and *Deraecoris ruber* L. were occasionally recorded from the secondary host plant, *Cirsium* sp.

A few Itoniidoidea and acalyptrate Diptera were found associated with *A. fabae* but as the collections are still being examined, these groups are omitted from this discussion.

### Effectiveness of natural enemies and prospects of biological control

It is difficult to estimate the effectiveness of the natural enemies because many factors influence the population dynamics of *Aphis fabae*, but several relationships between the aphid and its enemies were found.

An important factor is the number of parasites and predators which have survived from the previous season, and their abundance is greatly influenced by sudden falls in temperature at the end of hibernation and by the degree of hyperparasitism.



But the main factor is the appearance of the natural enemies at the right time so that they are able to stop the build-up of the aphids from a low level. The effectiveness of the natural enemies early in the season depends on such factors as the distance of their hibernation quarters from the fields, a fact of special importance in the natural enemies which disperse only over short distances from hibernation places. In spring, the multiplication of aphids is accelerated by the same favourable meteorological conditions that promote the enemies emergence from hibernation, but to a greater extent because of the enormous reproductive potential of the aphid. The natural enemies are, therefore, not always able to check the outbreak of the pest except under exceptional conditions, and control measures by releasing natural enemies therefore seems to us to be unlikely to succeed.

Aphidiidae, with their several generations each year and large egg production, have a great reproductive potential, but they are ineffective as a means of biological control because they are heavily hyperparasitised. The introduction from other countries of such aphid parasites, without their associated hyperparasites, might be feasible.

In our country, Coccinellidae are usually univoltine and therefore of low reproductive capacity. The adult beetles, reared in the laboratory or collected from hibernation quarters, would be useful when liberated at the time of the initial aphid infestation but laboratory rearing is very troublesome and expensive, and the insects have a marked tendency to disperse, even from the places where they have abundant food. Similar problems arise in Syrphidae, and it would be impossible to collect sufficient numbers of the flies from the field.

Natural control by the insect enemies of *Aphis fabae* could, however, be encouraged by the preservation of their existing habitats and by the planting of new refuge habitats to break up large tracts of cultivated land.

## BIOLOGICAL CONTROL OF THE CALIFORNIA RED SCALE, *AONIDIELLA AURANTII* (MASK.), ON CITRUS AROUND THE WORLD<sup>1</sup>

PAUL DeBACH

Department of Biological Control, University of California Citrus Experiment Station, Riverside

### DISTRIBUTION

The native home of the genus *Citrus* is considered to range from India through Burma, Thailand, etc., to south China and Japan as well as through Indonesia. Scale taxonomists now consider this same area to be the native home of species of the genus *Aonidiella* (H. L. McKenzie, personal communication). Africa is no longer considered to possess native members of this genus, nor is any other area of the world. It seems likely from various indications that the California red scale, *Aonidiella aurantii* (Mask.), originated in an area comprising the mainland of southeast Asia south of the Tropic of Cancer.

During the past few hundred years citrus has been introduced into North and South America, South Africa, Australia, and many islands. It was earlier introduced into the Mediterranean basin. A good part of the world's commercial citrus acreage occurs in these areas, and most of it has developed during the last 100 years. During approximately this same period the California red scale spread into the above-named and other major citrus areas until today,

broadly speaking, the distribution of this scale around the world is the same as that of citrus. True, there still are important citrus-growing districts that are uninvaded by this scale, but they are becoming fewer in number. For instance, *Aonidiella aurantii* became a problem in Greece only after 1900, in Morocco about 1950, and was not definitely recorded in Spain until 1956. It is still limited to a few pockets in Italy and is unknown in Sicily. The commercial citrus acreage in central California is still virtually free of California red scale. That the absence of this species from such areas is not due to climatic factors is attested to by the occurrence in all of these areas of climatically more sensitive species of scale insects.

Citrus is now grown throughout the tropical and subtropical climatic areas of the world wherever water and soil are suitable. The northern, southern, and altitudinal limits of distribution are determined by the occurrence of frost. Temperature much below freezing occurring more often than a few nights each year or severe cold (i.e. about 20°F. or below) occurring in occasional years virtually precludes citrus growing. The northern or southern latitude to which citrus may extend varies considerably. On the east coast of the United States it is not grown north of latitude 30° and in China, not much north of latitude 32°. Cold continental air masses influence these areas in winter. However, in other areas, commercial citrus can be grown at latitudes farther north, e.g., in California, as far as 39.5° (although mostly below 37°); in Italy (near Genoa), to approximately 44.5°; in France (near Marseille), to approximately 44°; in Turkey (on the Black Sea), to about 41°; in the U.S.S.R., to approximately 43.5° near the Black Sea in Georgia and 41° near the Caspian Sea in Azerbaydzhan; in Iran (near the Caspian Sea) to about 37°.

In the southern hemisphere most land masses occur within latitudes suitable for citrus. The only areas that are too cold are approximately the southern half of Argentina and Chile, Tasmania, and most of South Island, New Zealand. All of Africa and Australia are within suitable latitudes. Citrus is grown at latitudes as far south as 35° in Argentina, 38° in Chile, and about 42° in South Island, New Zealand.

The indications are that the California red scale is capable of satisfactory growth and survival under almost all climatic conditions that are suitable to citrus. The scale occurs in citrus areas throughout the Orient, Australia, New Zealand, South, Central, and North America, the Caribbean, Africa, the Mediterranean area, Iran, and Afghanistan. This is not to imply that it is a pest wherever it occurs, but in my opinion, based partially on personal field observations in various countries of the Orient and in all citrus areas of Mexico and the United States, the climate is suitable for this scale to assume pest status nearly everywhere citrus is grown. The host plant, of course, must be suitable, and it should be noted that loose-skin, or mandarin type, oranges are usually poor hosts.

Certainly, tropical climates represent near-optimum physical conditions for the development, survival, and reproduction of *Aonidiella aurantii*, and in climatically less-favorable California it has demonstrated its ability to assume pest status as far north as citrus is grown. For the most part, however, *A. aurantii* is not a pest of any consequence on citrus in truly tropical areas, but frequently is a major pest in subtropical areas—generally between latitudes 25° and 40° north and south. The reasons for this will be discussed later.

### Natural Enemies

No attempt will be made here to list all natural enemies recorded as feeding upon *Aonidiella aurantii* around the world. Many are incidental and my purpose is to stress those which seem to be more useful in biological control. My conclusions are based not only upon a study of the literature but also upon a concentrated study for the past 12 years of *A. aurantii*, its natural enemies, and its population ecology in California and upon field study and observation in all the climatically varied citrus areas of Mexico for a period of one year as well as upon field observations in Japan, Taiwan, Hong Kong, Thailand, Burma, India, Pakistan, Iraq, Greece, Italy, and Spain.

### Predators

The many coccinellid species which have been introduced into California for trial against *Aonidiella aurantii* probably represent the most important ones in various parts of the world. They include species of *Chilocorus*, *Coccidophilus*, *Exochomus*, *Lindorus*, *Lotis*, *Microwesia*, *Orcus*, *Pentilia*, *Pharoscyrnus*, *Sticholotis*, and *Telsimia*. Only *Lindorus*

*lophanthae* (Blais.) and *Orcus chalybeus* (Boisd.) became established in California, although indigenous *Chilocorus* spp. are present. *Lindorus* and *Chilocorus* are the only coccinellids commonly preying on *A. aurantii* in California, *Orcus* is rare. The former are capable of reducing heavy scale infestations to rather low levels but have never been found capable of maintaining scale populations at low densities indefinitely, i.e., of maintaining satisfactory biological control. Neither have I seen evidence to indicate that these or other predatory species were responsible for satisfactory biological control of *A. aurantii* in Texas, Mexico, the Orient, or the Mediterranean areas. Nor do there appear to be any substantiated claims in the literature to control by predators.

Other predators include the nitidulids, *Cybocephalus* spp., *Chrysopa* spp., *coniopterygids*, and *predatory mites*. Any of these — and doubtless others — may cause considerable mortality at times, but either they possess a weak density response to *Aonidiella aurantii* population increase or they are unable to maintain themselves in low *A. aurantii* populations.

### Parasites

Thirty years ago (and 40 years after the search for natural enemies had begun) California entomologists were inclined to believe that *Aonidiella aurantii* possessed no internal parasites anywhere in the world and only one species of ectoparasite, *Aphytis chrysomphali* Mercet. Today, 18 or more species of parasites are known, and there is little doubt that taxonomic advances and additional foreign exploration will add considerably to this list which now includes: *Aphytis chrysomphali* Mercet, *A. citrinus* Comp., *A. fisheri* DeBach, *A. near hispanicus* (from Assam), *A. lingnanensis* Comp., *A. melinus* DeBach, *A. n. sp.* (from Israel); *Aspidiotiphagus citrinus* (Craw) (perhaps others included under this name); *Casca chinensis* How., *C. wanhsiensis* Comp.; *Comperiella bifasciata* How.; *Habrolepis rouxi* Comp.; *Physcus n. sp.* (from Burma), and *Physcus sp.* (from the Philippines); *Prospaltella aurantii* Silv., *P. inquirenda* Silv., *P. nupta* Silv., and *P. perniciosi* Tow. All of these species either occur or have been (or are being) tested in California except *Aphytis near hispanicus* from Assam, *Physcus sp.* from the Philippines, and *Prospaltella nupta*. *Comperiella bifasciata*, *Habrolepis rouxi*, *Prospaltella perniciosi*, and at least 5 spp. of *Aphytis* are established in California.

Nearly all parasites of *Aonidiella aurantii* are of Oriental origin except *Habrolepis rouxi* (South Africa), *Aphytis chrysomphali* (probably Mediterranean), and possibly *Aphytis n. sp.*, which is now known only from Israel but is doubtfully indigenous there. In addition, species of *Anabrolepis* and *Adelencyrtus* are recorded as being parasitic on *A. aurantii* in China but this needs substantiation.

Limited space precludes a detailed discussion on the relative importance of the various known parasites, hence condensed and generalized conclusions must suffice. One species or another of *Aphytis* is by far the most generally distributed parasite around the world and usually the most common in any given locality. I have never found *Aonidiella aurantii* in any country visited not being attacked by *Aphytis sp.* Frequently it is the only parasite found in localities where satisfactory biological control occurs. There is no question in my mind that under favorable environmental conditions *Aphytis* can attain and maintain an excellent degree of biological control unaided by other species. Experimental verification of this hypothesis has been made in various mild localities in California and South Africa.

The work of *Aphytis* on *Aonidiella aurantii* is rather cryptic. Exit holes are seldom made and parasitization is rarely high. Good control occurs with an average parasitization of 20 to 30 percent (as measured at any given time) because three to four generations of the parasite occur to one of the host. In addition, host-feeding and mutilation by adult parasites cause greater mortality than does actual parasitism, but the killing of scales in these ways is not often attributed to the parasite.



Species in other genera are nearly always of secondary importance to *Aphytis*. In the Orient in occasional localities or on individual trees I have seen the internal parasites, *Aspidiotiphagus*, *Prospaltella*, *Comperiella*, or *Physcus* very common and sometimes dominant, but this does not appear to be the case over a period of time or over large areas. The same observation applies to *Comperiella* and *Prospaltella perniciosi* in California. There is very little evidence that any of these internals acting alone would maintain *Aonidiella aurantii* populations at the low levels desired. They do, however, attack different host stages than does *Aphytis* and contribute to a greater degree of biological control. In the countries I have visited, *Casca* was never found to be a factor of any importance. *Habrolepis* is of very limited distribution and abundance in California and apparently of little real importance in its native South Africa.

### The Extent of Biological Control

In Oriental countries in which *Aonidiella aurantii* and most of its parasites are native, highly satisfactory biological control is the rule. Personal observations from southern Japan and Formosa (Taiwan) west to west Pakistan showed that *A. aurantii* becomes serious only on occasional trees or parts thereof — principally where ants are abundant and continually interfere with, or kill, natural enemies. Ants do not help this scale in any other way. The adverse effect of ants has been used by the author to measure the efficacy of natural enemies in California; the scale populations on ant-infested trees are compared with those on ant-free trees. Dusty or insecticidally treated trees, of course, may produce the same type of upset. I found *A. aurantii* so difficult to discover on most citrus trees in the Orient that rather than search for the scales I searched for ant-runs which usually led to pockets of scales.

Biological control in the Orient occurs in the tropics or true subtropics, and it is noteworthy, as pointed out early in this paper, that *Aonidiella aurantii* is not listed as a serious pest in any other tropical areas of the world between the latitudes of about 25° north and 25° south. Observations in Mexico make it appear probable that natural enemies are responsible for biological control in the still-unstudied tropical countries.

In tropical areas of Mexico, *Aonidiella aurantii* is well controlled by *Aphytis lingnanensis*, but in the more extreme climatic areas of northeast and northwest Mexico, *Aonidiella aurantii* may become serious. This latter situation is typical of that found in most parts of the world between the approximate latitudes of 25° and 40° north and south where *A. aurantii* becomes a serious pest.

Studies in southern California have shown that *Aphytis chrysomphali* and *A. lingnanensis* intrinsically are able to maintain a satisfactory degree of biological control in the milder subtropical localities but not in the subtropical localities having somewhat colder winters and hotter summers because under such conditions the parasites suffer much greater mortality than does the scale. Such a situation, of course, leads to controversy as to whether the parasites are indeed effective in any areas, especially when good and poor results occur in neighboring localities. For similar reasons reports of good biological control in certain areas or localities of South Africa, Australia, Israel, Texas, etc., have sometimes been discounted or overlooked. However, the evidence that *Aphytis* controls *Aonidiella aurantii* at times or in places in these countries seems to be good.

It is again emphasized that adverse factors other than temperature and humidity may lessen the effectiveness of the parasites where they might otherwise be successful. Aside from major insecticidal treatments for other pests, which can render the parasites of *Aonidiella aurantii* completely ineffective, ants are the most generally detrimental factor. When they are abundant on citrus trees because of some source of honeydew, the natural enemies of *A. aurantii* will be drastically curtailed and heavy scale infestations



will result, even though without the ants the parasites would have maintained scale populations at low levels. Trees subject to road dust show similar effects because road dust is highly "toxic" to most natural enemies. Because of these obscuring factors there is little question but that large acreages are being needlessly treated for control of *A. aurantii* in various countries. However, only careful ecological study will give the answers for a given locality, and certainly many areas exist where the natural enemies now present are insufficient to give control. The last sentence is the main key to hope for increasing or obtaining biological control of *Aonidiella aurantii* in many areas where it is a pest.

### Prospects

Every single area where *Aonidiella aurantii* is a pest can import known natural enemies that would be new to the area. In most cases up to 16 or more parasites could be imported and tested, including usually 5 or more species of *Aphytis*. Each of the *Aphytis* species that we have tested in California has different temperature and humidity tolerances, hence one may do best in one microenvironment, another in a somewhat different one. *Aphytis melinus* is a case in point in California. Colonized in 1957 from India and Pakistan, it is doing better in interior areas than any previous parasite. The final result is unknown but currently it appears very promising. Additionally, the internal parasites, *Comperiella*, *Prospaltella perniciosi*, and others supplement the work of *Aphytis* and should eventually be included in importation programs, especially if *Aphytis* does not produce satisfactory control alone.

### SELECTED REFERENCES

- CARMIN, J., and D. SCHEINKIN. 1934. Red scale in Palestine. — *Soc. Roy. Ent. d'Egypte* Bul. 18: 242—274. — DE BACH, P. 1950. Natural control of citrus pests in Texas and Florida. — *California Citrograph* 35 (6): 410, 434. — DE BACH, P. 1954. Relative efficacy of the red scale parasites *Aphytis chrysomphali* Mercet and *Aphytis* "A" on citrus trees in southern California. — *Bol. Lab. Zool. Gen. Agr.* 33: 134—151. — DE BACH, P. 1955. Validity of the insecticidal check method as a measure of the effectiveness of natural enemies of diaspine scale insects. — *Jour. Econ. Ent.* 48 (5): 584—588. — DE BACH, P. 1958. The role of weather and entomophagous species in the natural control of insect populations. — *Jour. Econ. Ent.* 51 (4): 474—484. — DE BACH, P. 1959. New species and strains of *Aphytis* (Hymenoptera, Eulophidae) parasitic on the California red scale, *Aonidiella aurantii* (Mask.), in the Orient. — *Ann. Ent. Soc. America* 52 (4): 354—362. — DE BACH, P., E. J. DIETRICK, and C. A. FLESCHER. 1951. Ants vs. biological control of citrus pests. — *California Citrograph* 36 (8): 312, 347—348. — DE BACH, P., E. J. DIETRICK, C. A. FLESCHER, and T. W. FISHER. 1950. Periodic colonization of *Aphytis* for control of the California red scale. Preliminary tests, 1949. — *Jour. Econ. Ent.* 43 (6): 783—802. — DE BACH, P., T. W. FISHER, and J. LANDI. 1955. Some effects of meteorological factors on all stages of *Aphytis lingnanensis*, a parasite of the California red scale. — *Ecology* 36 (4): 743—753. — DE BACH, P., C. A. FLESCHER, E. J. DIETRICK. 1953. Natural control of the California red scale in untreated citrus orchards in southern California. — *Proc. Seventh Pacific Sci. Congr.* IV: 236—248 (1949). — DE BACH, P., and P. SISOJEVIĆ. 1960. Some effects of temperature and competition on the distribution and relative abundance of *Aphytis lingnanensis* and *A. chrysomphali* (Hymenoptera: Aphelinidae). — *Ecology* 41 (1): 153—160. — EBELING, W. 1959. Subtropical fruit pests. — *Univ. California Press* (Berkeley). 436 pp. — HALL, W. J., and W. K. FORD. 1933. Note on some citrus insects of southern Rhodesia. — *Pub. Brit. So. Africa Co.* 2: 1—51. — JENKINS, C. F. H. 1945. The citrus red scale. — *West. Australia Dept. Agric. Jour.* (2d Ser.) 22 (1): 10—18. — STEYN, J. J. 1954. The pugnacious ant (*Anoplolepis custodiens* Smith) and its relation to the control of citrus scales at Letaba. — *Mem. Ent. Soc. So. Africa* (3). 96 pp. — STEYN, J. J. 1954. The effect of the cosmopolitan brown house ant (*Pheidole megacephala* F.) on citrus red scale (*Aonidiella aurantii* Mask.) at Letaba. — *Jour. Ent. Soc. So. Africa* 17 (2): 252—264. — STEYN, J. J. 1955. The effect of mixed ant populations on red scale (*Aonidiella aurantii* Mask.) on citrus at Letaba. — *Jour. Ent. Soc. So. Africa* 18 (1): 93—105.

### DISCUSSION

HARPAZ: Are there any hyperparasites of *Aphytis* known?

DeBACH: Practically no, apart from two rather questionable instances.

# ICERYA PURCHASI MASK EN AFRIQUE PORTUGAISE

ARMANDO J. F. CASTEL-BRANCO

Centro de Zoologia Junta de Investigações do Ultramar do Ministerio do Ultramar  
Lisbonne (Portugal)

Vers 1934—1935 nous avons su qu'à l'archipel du Cap Vert, une forte attaque d'*Icerya purchasi* Mask sévissait surtout sur aurantiatées.

Nous conseillâmes la libération de quelques colonies de *Rodolia cardinalis* Muls. Dès lors nous n'entendîmes plus parler, sauf cette année quand nous reçûmes un échantillon de *Cajanus indicus* infesté par cette cochenille.

En 1948, déjà au service du Centro de Zoologia de la Junta de Investigações do Ultramar, nous avons trouvé au Mozambique, surtout à Beira, de petits foyers pas graves d'*Icerya purchasi*. En 1956 nous en avons trouvé aussi en Guinée Portugaise.

En 1955 après une campagne spectaculaire de lutte biologique contre *Aspidiotus destructor* Sign. à île du Principe, nous avons trouvé à l'île de S. Tomé, dans la ferme Agua-Izé, une très forte attaque d'*Icerya purchasi*. Quelques jours de prospections dans cette île ci nous montrèrent qu'*Icerya purchasi* l'infestait presque totalement et que son action se faisait sentir surtout sur *Erythrina* sp., essence très utilisée pour faire de l'ombre au cacaoyer.

Les accidents du sol, et la grande taille des *Erythrina* — qui mesurent plus de 30 m de haut — ne permettent pas l'emploi des insecticides liquides ou pulvérulents.

Même les applications d'insecticides par avion ne sont pas viables à cause du relief très accidenté de l'île dont le plus grand diamètre mesure 50 km et les altitudes atteignent plus de 2500 m.

L'utilisation des systémiques fut envisagée, mais les frais de l'application sont inacceptables.

Il ne nous restait qu'une solution: la lutte biologique.

En tenant compte de la bibliographie et des affirmations de Sweetman, «*Rodolia cardinalis*» est une espèce introduite d'Australie et envisagée comme le plus fameux insecte entomophage. Il a dominé *Icerya purchasi* en Californie et en d'autres parties du monde, selon Balachowsky, *Rodolia cardinalis* a un énorme pouvoir de diffusion partout où elle fut introduite pour combattre *Icerya purchasi*. Actuellement elle se multiplie de sois-même dans la nature sans aucune intervention artificielle (prédateur sous-spontané) nous avons jugé que le problème *Icerya purchasi* à l'île de S. Tomé, serait facile à résoudre.

Il n'y avait qu'à introduire *Rodolia cardinalis* et nous le tentâmes en 1956, avec des résultats qui ne furent pas encourageants.

Depuis 1957, nous avons approfondit l'étude du problème *Icerya*, dont en résumé nous présentons les résultats à ce Congrès.

## *Icerya purchasi* Mask à S. Tomé

L'observation macroscopique et les micrographiques nous ont prouvé, sans aucun doute, que l'espèce qui sévit à S. Tomé est *Icerya purchasi*.

Nous ne ferons pas sa description, puisque tous ses états de développement sont connus et décrits.

*Icerya purchasi*, à S. Tomé, s'attaque de préférence à: *Erythrina umbrosa*, *E. velutina*, *E. indica*, *Albizzia molucana*, *Inga* sp., principalement les individus jeunes de ces deux dernières espèces.

Exceptionnellement, nous l'avons trouvé constituant de très faibles foyers sur l'oranger, rosier, ainsi que sur cacaoyer, mais sur celui-ci à peine des larves du 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> stade.

Très rarement, mais avec grande intensité, nous l'avons trouvé sur *Cajanus indicus*, plante dont la culture n'a pas d'intérêt à S. Tomé.

L'infestation d'*Icerya* est assez grave parcequ'elle cause la défoliation des arbres à ombre et tue leurs rameaux, modifiant ainsi les conditions ambiantes que la culture du cacaoyer exige, du moins pendant l'époque sèche dénommée «gravana».

En ces conditions, il s'agit d'un grave fléau qu'il faut combattre à outrance.

Autant qu'il nous fut possible, nous avons fait des enquêtes locales ayant en vue obtenir des renseignements au sujet de son installation à S. Tomé.

En 1939, quelques foyers d'*Icerya purchasi* de faible importance, furent localisés à la ferme Sta. Catarina. Plus tard, vers 1952—1953, à Portalegre, au sud de l'île, nous avons trouvé de nouveau foyers, toutefois sans importance économique puisqu'ils étaient localisés sur de petites plantations de *Cajanus indicus*, cultivés par des ouvriers provenant de l'archipel du Cap Vert.

Cette trouvaille nous a vraiment convaincu que les ouvriers de l'archipel du Cap Vert étaient les responsables de l'introduction *Icerya purchasi* à S. Tomé, puisque, comme nous l'avons déjà dit, elle sévissait à cet archipel depuis 1934—1935.

En Octobre de 1955, après une rapide prospection effectuée à l'île de S. Tomé, nous vérifiâmes qu'*Icerya* avait envahi toute l'île mais n'outrepassait pas les 700 m d'altitude, et que l'intensité de l'infestation était très forte dans les fermes Portalegre, Agua-Izé, Monte Café, S. Nicolau, Nova Moca, Sta. Margarida, Rio do Ouro, Ponta Figo, Diogo Vaz, Cadão, Fortunato e Sta. Catarina.

### Biologie d'*Icerya purchasi* Mask à S. Tomé

Pendant deux ans nous avons cru qu'*Icerya purchasi* à S. Tomé, se comportait comme univoltine, mais après les observations que nous avons faites, nous pouvons affirmer qu'elle est multivoltine, ayant tout au moins, 4 générations annuelles.

Au cours de l'année, on rencontre des larves à tous les stades et des adultes en ovoposition.

Cependant, la pullulation des formes adultes en ovoposition atteint le maximum pendant les mois de juin, juillet et août, époque pendant laquelle les jeunes rameaux des arbres à ombre sont complètement recouverts de formes adultes, et les feuilles, tout le long des nervures, sont granies de formes larvaires.

Depuis septembre, une grande partie des larves et des adultes est attaquée par des champignons. Alors il y a prédominance de formes mortes, dures, couvertes par des fructifications de champignons. Toutefois, on rencontre quelques adultes en ponte pendant les grandes pluies. A ce moment les plantes hôtes se revêtent de feuilles et émettant de nouveaux rameaux. En mai, recommence la pullulation d'*Icerya*.

Dans les générations qui se succèdent pendant les pluies, le pourcentage de survivance est minimum, au contraire de ce qui se passe à l'époque sèche, pendant laquelle la survivance est maximum.

Ainsi s'explique que, pendant l'époque des pluies, on ne trouve que difficilement des adultes et des larves.

En insectarium, nous avons observé 4 générations annuelles, de même qu'en pleine campagne.

### Entomophages rencontrés à S. Tomé

*Cryptochaetum grandicorne* Rondani — En 1958, après observations de plusieurs milliers d'*Icerya* nous avons trouvé une pupe de diptère, dont la morphologie correspondait à celle de *Cryptochaetum grandicorne*. Nous ne trouvâmes pas alors des adultes de cette espèce.

Le fait d'avoir trouvé une pupe nous signalait la présence de cet *Agromizidae* à S. Tomé.

En 1959, nous avons répété les prospections dans le but de trouver ce diptère. Nos efforts furent couronnés de succès. À Nova Moca, en juillet-août, nous avons récolté quelques dizaines d'adultes de *C. grandicorne*.

Toutefois, de quelques milliers d'*Icerya*, que nous avons maintenu en observation, aucun *C. grandicorne* n'est éclos, et de quelques autres milliers d'*Icerya* que nous avons observé, aucune ne contenait ni larves, ni pupes de ce diptère.

En 1960, nous avons insisté dans le même but et au mois de juillet, nous avons trouvé *C. grandicorne* à Ponta Figo, Diogo Vaz, Fortunato e Sta. Catarina.

De quelques centaines d'*Icerya* observées, nous avons trouvé un adulte parasité par *C. grandicorne* et d'une centaine d'*Icerya* maintenue «in vitro», nous en avons obtenus un adulte.

D'après ces observations, nous pouvons conclure «a priori» que *C. grandicorne*, du moins en ce moment, n'a pas de grand intérêt vis-a-vis l'*Icerya*.

*Rodolia seabrai* Sic. — Cette espèce se nourrit des œufs d'*Icerya purchasi*, pendant l'époque sèche. Peu nombreux, ne dominant pas *Icerya purchasi*, nous ne l'avons trouvé qu'à des altitudes inférieures à 300 m.

*Pyroderces bicincta* Ghesq. — Ce microlepidoptère *Cosmopterigidae* selon Ghesquière, serait entomophage de *Aspidoproctus*, *Pseudococcus*, *Stictococcus* et *Aspidiotus destructor*.

Ce lepidoptère se nourrit des œufs d'*Icerya purchasi*.

Nous l'avons rencontré, depuis mai, parasitant 2% des femelles adultes d'*Icerya purchasi*. En septembre, le pourcentage monte à 30—35% et baisse à zero pendant les pluies.

À S. Tomé, nous n'avons pas trouvé *Stictococcus*, des *Aspidoproctus*, ni *Aspidiotus destructor* non plus. En contre-partie, *Pseudococcus* y existe mais pas en abondance. En tout cas, il est parasité par *Coccophagus* sp. et par une *Cecydomie*.

*Decadarchis minuscula* Wals. — Ce Microlepidoptère *Lyonetiidae* qui, selon Harris (1910) et Ghesquière (1940), est detritophage et, au plus, entomophage de *Pseudaulacaspis pentagona* Torg, *Mytilococcus pinnaeformis* Bouché, *Pericerya purchasi* Mask et *Aspidoproctus Bouvieri* Vayss.

Selon Swezey (1910) ce microlepidoptère serait nocif aux cocotiers dont il perforerait les jeunes fruits immatures.

Nous n'avons pas trouvé, à S. Tomé, des dégâts sur jeunes fruits de cocotiers.

À S. Tomé, du moins que nous le sachions, nous n'avons pas *Aspidoproctus Bouvieri*, ni *Pericerya purchasi*.

Nous n'avons jamais trouvé *Decadarchis minuscula* sur *Pseudaulacaspis pentagona* qui infeste parfois *Carica papaya*.

Sur *Icerya purchasi*, nous l'avons trouvé se nourrissant des œufs.

En mai, elle attaque 2% des femelles et, à la fin de l'époque sèche, atteint les 30 à 35% des adultes en ovoposition de *Icerya purchasi*.

Les deux microlepidoptères (*Decadarchis* et *Aspidoproctus*) ont un cycle biologique de 30 jours. Ces entomophages ne sont pas capables de contrôler les attaques d'*Icerya purchasi*.

### Entomophages introduits

*Rodolia cardinalis* Muls, fût introduite à S. Tomé, en 1956, par le Centro de Zoologia da Junta de Investigações do Ultramar. La Station de Fitopatologia Agrícola de Burjasot—Valencia, Espagne, — nous le cédat à titre gracieux à cet effet.

Nous avons suivi avec attention le comportement de *Rodolia cardinalis* à S. Tomé.

Les adultes se nourrissent des œufs d'*Icerya purchasi* et ils font une ponte de l'ordre des 300 à 400 œufs qui éclosent normalement.

Des larves du 1<sup>er</sup> stade, non obstant une nourriture abondante, 90 à 98% se fixent par l'extrémité anale, deviennent flacides et meurent, même pendant l'époque sèche.

Ces résultats furent obtenus sur des cultures «in vitro», à l'air libre et en insectarium. Les adultes vivent normalement pendant 30 jours.



D'après ces observations nous pouvons conclure que *R. cardinalis* ne trouve pas à S. Tomé des conditions convenables à sa multiplication.

À Lisbonne, en insectarium climatisé ayant la température et l'humidité que présentent les conditions de S. Tomé, nous avons obtenu les mêmes résultats.

Après de minutieuses prospections, nous avons constaté que *Rodolia cardinalis* s'est maintenu en certains endroits de l'île, mais en très petit nombre. En effet, à la ville de S. Tomé, sur une *Erythrina indica*, tout près des PTT se maintient depuis 1956 une intense attaque d'*Icerya* où, tous les ans, nous comptons quelques dizaines de *R. cardinalis*.

Toutefois ni *Icerya* a diminué, ni *Rodolia* a augmenté depuis cette date; un équilibre y est atteint.

À Sta. Catarina, nous avons constaté que, depuis trois ans, sur quelques Erytrines se trouvent les mêmes conditions d'équilibre.

Ces observations nous font accepter que, si *R. cardinalis* ne trouve pas à S. Tomé toutes les conditions nécessaires pour se multiplier rapidement, elle y peut rencontrer, néanmoins, celles qui sont nécessaires à sa fixation.

De ce fait, nous avons formulé une hypothèse de travail, qui fut jugée valable par Balachowsky, Vaissière et Grison: des libérations en masse de *R. cardinalis* pourraient sélectionner une lignée capable de se multiplier convenablement à S. Tomé.

C'est ce que nous sommes en train de mettre sur pied.

### **Cryptochaetum iceryae Will.**

Elle a été introduite à S. Tomé par J. Simmonds, alors directeur de la Commonwealth Institut of Biological Control à Trinidad.

Il a fait une libération de quelques dizaines d'adultes de ce diptère, mais nous ne croyons pas qu'elle se soit multipliée.

Nous avons observé plusieurs milliers d'*Icerya* et pas une seule n'était parasitée.

### **Comportement du complexe Icerya-Entomophages**

Comme nous venons de signaler, en ce moment, *R. cardinalis* n'a pas, à S. Tomé, des conditions nécessaires à sa multiplication; *Cryptochaetum iceryae* ne s'est pas adaptée et *C. grandicorne* ne montre pas une préférence marquée pour *Icerya purchasi*. Il ne nous reste qu'à envisager le complexe *Icerya-entomophages* propres de S. Tomé, dont le comportement est le suivant:

En juin, à peu près, 2% des adultes d'*Icerya* sont parasitées par *Decadarchis minuscula* et, à peu près, aussi 2% par *Rodolia seabrai*.

En septembre, *P. bicincta*, *D. minuscula* s'attaquent ensemble 60% à l'*Icerya* et *R. seabrai* n'outrepasse pas les 20%; à peu près 15% des œufs des larves d'*Icerya* sont attaqués par des champignons.

Pratiquement, pendant les pluies *Icerya* n'existe pas, tandis qu'à ce moment *P. bicincta*, *D. minuscula* et *R. seabrai* atteignent leurs nombres maxima, qui coïncident avec l'absence presque absolue d'*Icerya*.

Il y a alors une tombée brusque, verticale, du nombre des entomophages qui meurent, faute de nourriture.

Le pouvoir de multiplication de ces entomophages étant inférieur à celui d'*Icerya*; ce n'est qu'au moment où, l'année suivante, celle-ci atteint son maxima que les entomophages atteignent le niveau à partir duquel ils pourraient commencer à dominer *Icerya*, si cette cochenille ne devenait pas rare sous l'action des champignons.

En ces conditions, il y a un équilibre naturel nuisible à l'Homme, un équilibre qui est une conséquence des conditions climatiques locales.

Nous croyons qu'une façon de remédier à cette situation consiste en l'introduction d'autres entomophages d'*Icerya* et à faire des libérations en masse, exactement pendant les mois de juin, juillet et août.

#### Plan de campagne future

1° — Introduire, acclimater, multiplier et lâcher de nouveaux entomophages des différents parties du monde.

2° — Lâcher de grandes masses de *Rodolia cardinalis* pendant les mois de juin, juillet et août, ayant en vue la sélection possible d'une lignée résistant aux conditions actuellement défavorables, à S. Tomé.

3° — Tenter l'hybridation de coccinelides dans le but d'obtenir un produit résistant aux conditions du milieu adverses et efficients au point de vue lutte biologique.

## SEKTION XIIIb

# INSEKTEN-VIREN

### DAS TABAKMOSAIKVIRUS IM INSEKTENKÖRPER (Das Verhalten des Virus nach der Injektion ins Blut von *Bombyx mori* L.)

JAROSLAV BRČÁK

Phytopathologische Abteilung der Biologischen Anstalt der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften, Prag

Das Tabakmosaikvirus (TMV) gehört zu den pflanzlichen Viren, die der spezifischen Überträger entbehren. Dieses Virus (und einige Viren, welche ähnliche Eigenschaften besitzen) kann nur gelegentlich mit Hilfe einiger Insekten mit beißenden Mundorganen übertragen werden. Bei der kontaminativen Übertragung kann sich auch der Kot solcher Insekten geltend machen. Die relativ hohe Infektiosität des Kotes der Raupen, die sich von mosaikkranken Blättern ernährt haben, wurde schon früher genügend geklärt (Brčák 1957, 1959): Im Mitteldarm sinkt die Infektiosität des Chymus durch die Bildung eines nichtinfektiösen Komplexes des Virus mit den Verdauungsenzymen stark ab. Es handelt sich um eine reversible Hemmwirkung — der Komplex wird im Rectum zerstört. Ein Übergang des Virus aus dem Darm ins Blut wurde in ähnlichen Versuchen nicht beobachtet (Smith 1941, Walters 1952). Wenn aber das TMV ins Blut (der Raupen) künstlich eingespritzt wurde, gelang es nicht, es später hier zu detegieren (Smith 1941), oder — in anderen Versuchen mit *Melanoplus differentialis* (Thos.) — war das TMV höchstens bis 15 Tage nach der Injektion in dem Blute feststellbar (Walters 1952). Dabei wurde eine reversible Hemmwirkung des Blutes an das Virus beschrieben.

Ich untersuchte das Verhalten des TMV, welches ins Blut solcher Insekten injiziert wurde, die mit ihm kaum in Berührung kommen können (typische „non-vectors“). Ich benutzte gereinigtes TMV (chemisch und mit Hilfe der Ultrazentrifugation) in der Konzentration 9, 10 oder 14 mg/ml in der neutralen 0,1 m Phosphatpufferlösung. (Es handelte sich um einen Grünstamm, der am Java-Tabak systemische Erkrankung verursachte.) Die ersten Versuche habe ich mit *Gryllus domesticus* L. durchgeführt, die eigenen Versuche wurden aber nur mit *Bombyx mori* L. gemacht. Die Insekten wurden nur einmal mit Hilfe der mikrometrischen Spritze „Agla“ injiziert und zwar mit der Dosis 0,01 ml pro ein Individuum. Das Virus wurde den Raupen im 4. bis 5. Wachstumsstadium seitlich in den Thorax, in den pericardialen Teil der Leibeshöhle injiziert. Das Blut wurde durch Abschneiden des Bauchfußes gewonnen. Die Blutzellen wurden vom Blutplasma mit Hilfe der Zentrifugation abgetrennt, in einigen Versuchen wurden die Blutzellen mehrmals in physiologischer Kochsalzlösung gewaschen und zentrifugiert. Für die Messung der relativen Infektiosität wurde das Plasma und die Zellen mit der fünffachen oder zehnfachen Gewichtsmenge des Puffers gemischt, 12 Minuten auf 65°C erwärmt (dadurch wurde die Hemmwirkung des Blutes gelöst), danach gekühlt und nach der Homogenisation (bzw. Zentrifugation) zur Abreibung der Blatthälften der hypersensitiven Pflanzen (*Nicotiana tabacum* var. *Xanthi* — nc oder *Nicotiana glutinosa*) benutzt. Die Arbeit wurde mit sterilisierten Geräten durchgeführt. Die Ergebnisse wurden nach der Zahl der Lokalläsionen beurteilt.

Imagines von *Gryllus domesticus* waren nicht für unsere Versuche geeignet. Sie starben oft nach der TMV-Injektion ab, auch in den Fällen, wenn das Virus mit der physiologischen Kochsalzlösung gelöst wurde und Antibiotika zugegeben wurden. In den Grillen wurde das Virus in einer schwachen Konzentration noch in 7–10 Tagen nach der Injektion festgestellt.

Die Raupen von *Bombyx mori* vertrugen dagegen die Injektionen sehr gut, in wenigen Minuten nahmen sie die Nahrung wieder auf und das Sterben derselben durch Septikämie wurde nur ausnahmsweise beobachtet. Die Raupen verpuppten sich, und den Puppen entschlüpften normale Schmetterlinge.

Es wurden weiters Versuche zu dem Zwecke durchgeführt, das Virus im Kot der injizierten Raupen zu finden. Das TMV wurde aber im Kot von Raupen, die zwei Tage vorher das Virus injiziert erhielten, nicht gefunden, was mit den Resultaten von Smith (1941) übereinstimmt. Der Raupenkot von *B. mori* selbst verringert nicht die Infektiosität des TMV (Brčák 1957). Man kann also annehmen, daß das Virus nicht aus dem Blute in den Darm übergeht.

Weitere Versuche, das TMV im Meconium von Schmetterlingen, die im Raupenstadium das Virus injiziert erhielten (Verpuppung 6 Tage nach der Injektion, Schlüpfung 23 Tage nach Verpuppung), aufzufinden, haben negative Ergebnisse geliefert. Wenn aber diese Schmetterlinge homogenisiert worden waren, wurde im Homogenat das TMV in schwacher Konzentration gefunden, und zwar in solchen Fällen, wenn die Imagines 24, 30 und 32 Tage nach der Injektion der Raupen untersucht wurden.

Bei der Vorbereitung des Blutes zu den Abreibungen der Blätter wurde für jedes Muster dieses aus 20, 40 oder 50 Raupen einer und derselben Versuchsserie genommen. Es hat sich gezeigt, daß es nicht vorteilhaft ist, das Präparat nach der Erwärmung (65°C) zu zentrifugieren, weil der Bodensatz eine höhere Infektiosität als das Supernatant aufweist. Vergleiche der Infektiosität des Supernatantes mit der des Sedimentes, welches mit der Pufferlösung auf den ursprünglichen Umfang nachgefüllt wurde, haben gezeigt, daß das Verhältnis der Infektiosität des Supernatantes zu der des Sedimentes (aus dem Blute der Raupen 50 Std. nach der Injektion) folgende Werte darstellt: 0,16, 0,23, 0,34, 0,37, aus dem Blute der Raupen 72 Std. nach der Injektion: 0,12 und 0,17. Diese Versuche zeigten auch eine ziemlich große Infektiosität des Blutes. Wenn dagegen zu dem injizierten Virus Neutralrot beigegeben wurde, wies der Leib der Raupen bald eine auffällige Färbung auf, aber nach 50 Std. waren im Blute dieser Raupen keine Spuren des Farbstoffes zu sehen.

In dem nächsten Versuch haben wir 20 Raupen ausnahmsweise mit der Doppeldosis (0,02 ml) des TMV injiziert. Das Blut wurde nach 24 Std. entnommen und wies eine hohe Infektiosität auf. Den überlebenden Raupen wurde nach weiteren 8 Tagen zum zweitenmal Blut entnommen, wobei aber schon der Beweis der TMV-Anwesenheit nicht mehr geliefert werden konnte.

Das bis zum 5. Tage nach der Injektion untersuchte Blut wies hohe Infektiosität auf, manchmal fast so hoch wie am ersten Tage. In zwei Versuchen haben wir jedoch auch ein systematisches Absinken der Infektiosität festgestellt:

Nr. des Versuches	I.			II.		
	50	72	150	24	72	96
Stunden nach der Injektion. .	50	72	150	24	72	96
Durchschnittliche Zahl der Läsionen pro Blatthälfte . .	12,1	7,3	1,4	27,0	19,9	8,7



Wenn wir die Blutzellen 24 Stunden nach der Injektion abgetrennt haben, hat es sich gezeigt, daß die Infektiosität des Blutplasmas höher war als die der Blutzellen. Diese überraschende Tatsache hat uns zur ausführlichen Untersuchung dieses Verhältnisses bewogen. Wir verglichen also die Infektiosität des Blutplasmas mit der der Blutzellen in verschiedenen Zeitabständen nach der Injektion. Drei in verschiedener Zeit durchgeführte Serienversuche haben folgende Verhältnisse der Infektiosität der Blutzellen zur Infektiosität des Plasmas geliefert:

Stunden nach der Injektion	48	72	96	120
Versuch Nr. 1 .....	0,1	1,2		
Versuch Nr. 2 .....	0,2	1,0	1,1	
Versuch Nr. 3 (Raupen vor Verpuppung) .....	?	0,3	0,9	2,3

Es ergibt sich daraus, daß die Infektiosität der Blutzellen noch zwei Tage nach der Injektion fast zehnmal kleiner war als die des Plasmas. Die Infektiosität des Plasmas sank später mit der sich erhöhenden Infektiosität der Blutzellen. Im Versuch Nr. 1 war die Summe der durch Zellen und Plasma nach 48 Stunden verursachten Läsionen solcher Summe nach 72 Stunden gleich.

Die letzten Versuche haben den Beweis gebracht, daß das infektiöse TMV in einer schwachen Konzentration auch im Blute der Puppen nachweisbar ist. (Die Raupen wurden 18 Tage vor der Untersuchung der Puppen injiziert.) Durch Aufschneiden der Puppen wurde mit Fett verunreinigtes Blut gewonnen. Nachdem Blutzellen und Fett vom Plasma getrennt worden waren, hat es sich gezeigt, daß das Verhältnis der Infektiosität des Sedimentes zur Infektiosität des Plasmas 2,6 bis 3,7 betrug, was die oben angeführten Ergebnisse bestätigt und ergänzt.

Die ermittelte Erscheinung halten wir für die Folge der Adsorption der TMV-Partikeln an die Blutzellen, wahrscheinlich für die Folge einer zellulären Reaktion der Raupe. Es kann sich bloß um die Phagocytose von Plasmacyten handeln, wie es an anderem Material, z. B. von Krieg (1957) demonstriert wurde. Der Verlauf einer solchen zellulären Reaktion wäre dann aber verhältnismäßig langsam. Ich bin der Anschauung, daß die Möglichkeit einer rein physikalischen Adsorption des Virus an die Blutzellen unwahrscheinlich erscheint, weil solche Erscheinungen schnell zu verlaufen pflegen.

LITERATURVERZEICHNIS

BRČÁK, J., 1957: Änderungen der Infektiosität des Tabakmosaikvirus während der Passage durch den Darm von *Barathra brassicae* (L.). *Phytopathologische Ztschr.* 30 (4): 415—428. — BRČÁK, J., 1959: Otnošenje nasekomych k virusu tabačnoj mozaiki. *Voprosy virusologii* 4 (2): 171—176. — KRIEG, A., 1957: Versuch eines Nachweises von echten Antikörpern in Insektenhämolyphe mit Hilfe klassischer Methoden. *Naturwissenschaften* 44 (10): 309. — SMITH, K. M., 1941: Some notes on the relationship of plant viruses with vector and non-vector insects. *Parasitology* 33 (1): 110—116. — WALTERS, H. J., 1952: Some relationships of three plant viruses to the differential grasshopper, *Melanoplus differentialis* (Thos.). *Phytopathology* 42 (7): 355—362.

DISCUSSION

K. SMITH: How did you isolate the tobacco mosaic virus from the inhibitor in the insect's blood?  
J. BRČÁK: The inhibitor was removed from the mixture by heating and by precipitation.  
HARPAZ: How does the lecturer know that the virus forms a non-infective complex in the mid-intestine of the caterpillars? Has he dissected out the mid-gut and tested its infectivity?  
J. BRČÁK: Those tests have been done and have already been duly published.

# APPLICATION OF TISSUE CULTURE METHODS TO THE STUDY OF THE ARTHROPOD-BORNE GROUP OF ANIMAL VIRUSES

(With special reference to the HeLa (Gey) strain of human malignant epithelial cell.)

SONJA M. BUCKLEY

The Rockefeller Foundation Virus Laboratories, New York

(See table XVII)

The arthropod-borne (arbor) animal viruses live in nature in cells of arthropods and of vertebrates. While the viral multiplication in arthropods does not cause disease or death of the vector, synthesis of viruses in vertebrates, initiated by the bite of an infected arthropod, may manifest itself clinically by various findings ranging from inapparent infection with development of specific antibodies to overt disease which often results in the death of the host. Yellow fever was the first recognized instance of an infectious disease caused by an arbor virus. Since 1911, when Walter Reed and his collaborators (1) discovered a virus cycle, which, in nature, depends on both arthropods and vertebrates, well over fifty new arbor viruses have been described (2). Still, their number increases from year to year. Isolations of these agents have been made mainly from mosquitoes (*Aedes aegypti*), ticks, man and other vertebrate hosts such as monkeys, birds and rodents.

In the laboratory, while all known arbor viruses are pathogenic for Swiss mice by intracerebral inoculation, the introduction of the suckling mouse as an *in vivo* system for viral isolation has greatly influenced research in this field. In addition, the application of viral hemagglutination (3) has been of importance for the classification of arbor viruses into groups. Thus, Casals and his co-workers have formulated sharply defined serologic groups of many of the agents into A, B and C (4—7). A large number of viruses are still ungrouped; there is also evidence for additional groups.

## Tissue Culture as a New Tool

No attempt is made here to cover entirely the literature on *in vitro* methods or on propagation of arbor viruses in tissue culture. Detailed information should be obtained directly from the sources.

As is well known, with each significant advance as regards procedures in biology, there follows immediately a great increase in experimental activity. During the last decade, a major change in the technical status of tissue culture in the virus laboratory has occurred. Today, I would like to discuss with you the implications of this event for the field of arbor viruses.

As minute entities, arbor viruses reproduce only in living cells. It is, therefore, not surprising that attempts to propagate arbor viruses in isolated systems of cells were made as early as 1932, when Theiler and his associates (8, 9) cultivated yellow fever virus in chick embryo tissue culture. These experiments led to the development of the 17 D Yellow Fever vaccine which stands as the classic example of the practical application of *in vitro* methods to preparation of viral vaccines. A cytopathogenic effect (CPE) was not described, however, and for a long period it was considered that viral increase in isolated cell systems could be demonstrated reliably only by inoculation of susceptible animals with constituents of the culture.

The present importance of tissue culture procedures as a new laboratory tool is based on well defined circumstances:

(1) CPE: in 1942 Huang (10) reported on titration and neutralization of the Western strain of equine encephalomyelitis in chick embryo tissue cultures. A few years later, Bang and Gey (11, 12) described marked cytopathogenicity of Eastern equine encephalomyelitis virus in cultures of chick embryo and rat muscle tissue. Robbins, Enders

and Weller (13) observed in 1950 that poliomyelitis viruses caused a CPE when propagated *in vitro* in human embryonic tissues. Specific inhibition of CPE of the viruses by immune serum was demonstrated. Soon, it was generally accepted as a scientific fact by virologists that many viruses, as they multiply, produce degenerative changes in cultured cells. Furthermore, CPE was prevented when serum containing homotypic antibody was added to the culture along with the viral inoculum. Accordingly, the *in vitro* procedure could also replace the experimental animal in antibody assays.

(2) Antibiotics: Another factor contributing to the present status of tissue culture was the development of antibiotics. When these substances were added to the medium, preparation and application of tissue cultures could proceed on an unlimited scale. Moreover, the addition of antibiotics to the medium permitted the direct isolation of viruses from contaminated material, such as mosquitoes or ticks in the field of arbor viruses. It is now customary in many laboratories to incorporate penicillin, streptomycin and mycostatin in culture media used for cell support.

(3) Trypsin: Finally, the preparation of cellular suspensions with trypsin (14, 15) revolutionized the application of the *in vitro* method, because this technique permits enumeration and serial transfer of cells and the preparation of large numbers of cultures with uniformity and ease.

### Classification of Tissue Culture Techniques

While some of the techniques are new ones introduced with the special purpose of aiding viral synthesis *in vitro*, others are adaptations of procedures devised primarily for the cultivation of tissue cells. With all of these methods the essential requirements are availability of healthy cells and an adequate medium for their support. Original sources of the cells are various tissues of the animal body or of man. The composition of the medium may vary depending upon whether it is used as a growth-promoting medium, encouraging cellular multiplication, or as a maintenance medium, permitting survival of cells during the experimental period following inoculation of virus.

In the classification of techniques, two main groups can be separated, both of which have been applied in the arbor virus field. Group I includes cell systems established with tissue fragments or with masses of cell outgrowth originating therefrom. The cell systems are either fixed or suspended. Once again, a classic example of an application of the suspended fragment culture is the prolonged cultivation of yellow fever virus in chick embryo tissue which resulted in the production of the 17 D strain of yellow fever (9). Group II consists of cell systems initiated with a suspension of trypsin dispersed cells. The procedure involving trypsin dispersion of cells is the procedure of choice in the modern virus laboratory. These cell cultures may be fixed or suspended. In the arbor virus field, most tissue culture studies have been carried out in fixed cell cultures, either in simple monolayer cultures on glass or in monolayer cultures with agar overlay. Cells for primary explants are usually obtained from animals such as hamsters, ducks, rhesus monkeys or pigs; however, cell suspensions from whole chick embryos or rabbit embryos are also frequently selected, because embryonic cells excel in rapid and vigorous growth. More convenient than primary cell cultures, in many laboratories, stock cultures of established stable cell lines are maintained from which subcultures are prepared. An established line or strain consists of homogeneous-appearing populations of cells that have been propagated by serial transfers over months or years. One of the oldest stable cell lines is the HeLa (Gey) strain of human malignant epithelial cell (16). *In vitro* since 1951, this strain is now used in laboratories all over the world. HeLa cell cultures can withstand shipment for long distances. The cells are characterized by a broad spectrum of susceptibility to viruses pathogenic for man and to a great number of arbor viruses, as will be demonstrated.

## Manifestations of Arbor Viruses in Cell Cultures

The viral susceptibility of a certain cell culture to a virus is determined by a) the ability of the virus to multiply within the cells, and b) production of grossly or microscopically visible signs exhibited during the growth period of the virus. Virus activity may be indicated in various ways, such as pH change in inoculated cultures as compared with uninoculated cultures, production of hemagglutinin and overt cytopathogenicity. All these manifestations have been utilized by investigators for purely investigational purposes or for practical purposes.

(1) pH change as a practical indicator of virus activity. Cell cultures infected with arbor viruses may show an increase in the acid products of metabolism (glycolysis) and become acid or yellow to phenol red, while uninoculated control cultures develop lower levels of these products. This has been described by Hallauer (17) for HeLa cultures inoculated with yellow fever virus. In our laboratory, stimulation of glycolysis has been observed in HeLa cultures inoculated with viruses of groups A (AMM 2354, Be Ar 13136, Chikungunya, EEE, O'nyong-nyong, Mayaro, Semliki, Tr 27573, VEE) and B (Asibi, Be An 4073, KFD, SLE, Jap. B enc., Zika, Egypt 101), and described for HeLa cultures inoculated with viruses of group C (18). California virus, ungrouped, also causes an increase in the acid products of metabolism. Depending on the experimental conditions, a decrease in glycolysis can also be observed, a phenomenon which has been utilized by Huang (19) and by Brown (20) in an *in vitro* "color test" for presence or absence of homotypic antibodies. However, a broad application of a "color test" to arbor viruses *per se* may require rather complicated procedures for each agent, since the metabolism of infected cultures varies greatly from one arbor virus to the other. In addition to the individual viral characteristics, the size of the cell inocula and the combination of growth-promoting and maintenance media are decisive factors in a color test.

(2) Production of hemagglutinin (HA) in infected cultures. A positive hemagglutination-hemadsorption test in tissue culture (THA) has been described for some arbor viruses (21). This phenomenon has been useful in the detection of virus multiplication when CPE was absent or moderate. Diagnostically, the THA test can be employed in assays of antibodies either by neutralization tests or by hemagglutination-hemadsorption inhibition (THI) tests. Recently, a positive THA in HeLa cells has been obtained with all six types of group C viruses (Apeu, Caraparu, Itaquí, Marituba, Murutucu and Oriboca), and with many viruses of group B, such as Dengue II, Ilheus, Egypt 101, Japanese B encephalitis, St. Louis encephalitis, as well as with viruses of the Russian tick-borne complex (Kyasanur Forest disease, Omsk hemorrhagic fever, biphasic milk fever, Russian spring-summer encephalitis, Kumlinge A-59, Swedish H and Yugo. tick-borne encephalitides). Clarke (22) obtained high HA titers ( $1/_{512}$  to  $1/_{1024}$ ) in infected fluid phases of HeLa cultures inoculated with viruses of the Russian tick-borne complex, but only when the acetone precipitation method (23) was used. Examination of untreated tissue culture fluids yielded negative results or indicated low grade HA activity.

(3) Cytopathogenic effects (CPE) as adequate criterion for presence of virus. a) Production of plaques. The plaque technique of Dulbecco, described in 1952, for the titration of Western equine encephalomyelitis virus in cultures of chick embryo tissue, has since been applied successfully to the study of many arbor viruses. Generally, the technique is carried out in monolayer cultures with agar overlay. If virus particles, while multiplying, cause cellular injury of patho-physiologic nature or frank necrosis, "plaques" appear as well defined yellowish areas in which infected cells fail to take up the vital dye neutral red which is usually incorporated in the agar overlay. These plaques, which can be grossly recognized, indicate presence of virus; addition of specific antibody to the viral inoculum prevents the formation of such focal lesions. As a routine procedure in a general



diagnostic laboratory, the plaque technique is an exacting one, particularly suited to investigative purposes, such as fine quantitative problems relating to a given virus or plaque purification of arbor viruses.

b) Partial or total destruction of monolayers in cell cultures of the slant tube type. Tube cultures are recommended for most work in the modern virus laboratory, especially for routine neutralization tests. In the search for a sensitive *in vitro* system, the viral range of arbor viruses has been laboriously examined by numerous investigators using primary cell cultures (25) or cell cultures derived from stable cell strains in continuous culture (26, 27). Since 1957, efforts have been made in our laboratory towards the detection of a stable cell line manifesting a high degree of susceptibility for arbor viruses known at the present time. The HeLa strain of human malignant epithelial cell is most representative of the stable cell lines in continuous culture owing to the fact that it has been employed extensively for viral and antibody assays (28). In our experience, HeLa cells represent a highly susceptible human cell strain capable of yielding arbor viruses in quantity from two to several days. In our laboratory, this cell strain has replaced the less convenient primary cultures. Table 1 shows composition of growth-promoting and maintenance media. Table 2 summarizes arbor viruses capable of destroying HeLa cells by inducing either an acute infection with severe destruction or a chronic infection with moderate to marked cytopathogenic changes within the monolayer. In obtaining these results, some factors were of special importance. As a routine, the pH of the medium should be maintained as nearly as possible within physiologic limits during the period of viral synthesis of all mammalian viruses. We believe that a pH of  $7.2 \pm 0.2$  during the viral growth period of arbor viruses is optimal and accounts for consistency of both occurrence of CPE and reproducibility of tissue culture cytopathogenic doses <sub>50</sub> (TCD<sub>50</sub>) titers. In addition, the health and vigor of the cells during the period of viral multiplication must be borne in mind. Any experienced clinician knows about fulminant courses of viral diseases in healthy, vigorous individuals, and the fact that the same disease may be modified and relatively mild in an individual in a poor nutritional state. *In vitro* the combination of growth-promoting and maintenance media which determines the cell viability during the experimental period influences markedly the multiplication and cytopathogenicity of arbor viruses. For example, Scherer and Syverton were unable to obtain a reproducible CPE in HeLa cells with St. Louis encephalitis and Japanese B encephalitis virus (26), whereas in our laboratory, both viruses were easily propagated under our experimental conditions. Both viruses produced hemagglutinin while multiplying; addition of specific immune sera to the viral inocula prevented the development of CPE. Figure 1 represents HeLa cells six days after inoculation of Japanese B encephalitis virus without immune serum; Figure 2 shows HeLa cells six days after inoculation of Japanese B encephalitis virus

Table 1  
HeLa Cell System

Culture	Medium*	H %	TPB %	HAS %	FBS %	E %
Stock bottle .....	Growth-promoting	45	15	30	10	
Slant type tube .....	Out-growth	65	15	20		
Slant type tube .....	Maintenance				3	97

\* Containing 100 units of penicillin, 100 µg. of streptomycin and 25 µg. of mycostatin.

Key: H, Hanks' balanced salt solution adjusted to pH 7.2 to 7.4; TPB, tryptose phosphate broth; HAS, human adult serum; FBS, foetal bovine serum; E, Eagle's medium made up with Hanks' balanced salt solution.

**Table 2**  
 Cytopathogenic Effect (CPE) of Arbor Viruses in HeLa Cells

Group	Virus Strain	TCD <sub>50</sub> (-log <sub>10</sub> per 1 ml)	CPE	Final exam. (days)
A*	AMM 2021	7.5	Marked	7
A*	AMM 2354	8.0	Marked	5
A*	Be Ar 13136	7.5	Marked	7
A*	Chikungunya	8.7	Marked	7
A*	O'nyong-nyong	8.5	Severe	7
A*	Mayaro	8.0	Marked	9
A*	Semliki Forest	10.3	Severe	4
A*	Sindbis	6.0	Marked	7
A*	Western equine encephalomyelitis	7.7	Marked	8
A*	Eastern equine encephalomyelitis	10.7	Marked	9
A*	Tr 27573	7.0	Severe	6
A*	Venezuelan equine encephalomyelitis	8.0	Severe	5
B*	Dengue II (New Guinea)	6.5	Marked	18
B*	Dengue II (Tr 1751)	5.5	Marked	20
B*	Ilheus	9.5	Severe	7
B*	Egypt 101	8.0	Severe	10
B*	Japanese B encephalitis	8.5	Marked	10
B*	St. Louis encephalitis	8.5	Marked	10
B*	SA H 336	7.5	Severe	10
B*	Asibi	7.5	Marked	18
B*	Zika	5.5	Severe	12
B	Bussuquara	7.5	Severe	10
B	Kyasanur Forest	10.7	Moderate	7
B	Omsk hemorrhagic fever	9.5	Moderate	7
B	Biphasic milk fever	9.2	Moderate	14
B	Russian spring-summer encephalitis	8.7	Moderate	11
B	Kumlinge, Finnish tick-borne encephalitis	9.7	Moderate	12
B	Swedish H, tick-borne encephalitis	11.2	Moderate	12
B	Yugo., tick-borne encephalitis	8.0	Moderate	15
C**	Apeu	5.2	Severe	7
C**	Caraparu	6.3	Severe	7
C**	Itaqui	5.7	Severe	7
C**	Marituba	6.5	Severe	7
C**	Murutucu	5.2	Severe	7
C**	Oriboca	7.0	Severe	7
Un-grouped*	California	8.2	Severe	7

\* Inocula = 10 per cent infected suckling mouse brain suspension.

\*\* Inocula = HeLa cell adapted strains (original inoculum = infected suckling mouse serum.)

which was mixed with inactivated, undiluted immune serum and incubated for one hour at 37°C. prior to inoculation. Similar results were obtained with Dengue II virus. A reproducible CPE, prevented by the addition of specific immune serum, developed seven to nine days following inoculation. Dengue II virus also produced hemagglutinin during the period of viral synthesis.

With many of the viruses listed in Table 2, adaptation to HeLa cells was carried out and easily accomplished by employing the high dilution or limiting dilution (29) technique.

### Comments and Conclusions

The value of the HeLa cells for purely investigational studies has been recognized for many years. But what is the magnitude of the practical value of this stable cell strain for isolation of arbor viruses, for assay of neutralizing antibodies and for production of viral antigens? Studies pertaining to some of those problems have indicated that under our experimental conditions, the HeLa cell is as sensitive as the young adult mouse, but less sensitive than the two-day-old suckling mouse. Thus, for isolation purposes, the suckling mouse is superior. However, for assay of neutralizing antibodies, commonly carried out *in vivo* in young adult mice, the HeLa cell *in vitro* system is as adequate as the young adult mouse. In addition, tissue culture neutralization tests are more economic and less time and space consuming. Some of you might be concerned by the fact that the cells are grown in 30 per cent of adult human serum which in endemic areas presumably contains antibodies against some arbor viruses. Syverton *et al.* (30, 31), however, found that HeLa cells grown in 40 per cent adult human serum were readily and efficiently applied for the isolation and typing of field strains of poliomyelitis virus in epidemic areas. The only precaution taken by these investigators was a careful washing of the monolayer with balanced salt solution prior to inoculation with the viral inoculum.

Generally, in our laboratory, efforts to determine the value of HeLa cells for production of viral antigen have been omitted because of the ready availability of HA antigens from brain or serum of suckling mice. However, as mentioned above, Clarke (22) was able to demonstrate that acetone extracted tissue culture fluids are an excellent source of HA antigen for viruses of the Russian tick-borne complex.

In summary, acute or chronic infection resulting in moderate to marked or severe CPE was induced in HeLa cells by 35 arbor viruses. This morphologically stable human cell line, used in many laboratories for isolation and immunologic typing of poliovirus as well as for assay of neutralizing antibodies, may gain in status as an aid in diagnosis of arbor viruses.

### REFERENCES

- (1) REED, W., J. CARROLL, A. AGRAMONTE, and J. W. LAZEAR, 1911. U.S. 61st Congress, 3rd Session, Senate Document No. 822, Washington, D.C. — (2) THEILER, M. and J. CASALS, 1959. Durch Arthropoden übertragene Viruserkrankungen des Menschen. Klinische Wochenschrift, Jahrgang 37, Heft 2, 59. — (3) SABIN, A. B. and E. L. BUESCHER, 1950. Unique physico-chemical properties of Japanese B encephalitis virus hemagglutinin, Proc. Soc. Exper. Biol. and Med., 88: 96. — (4) CASALS, J. and L. V. BROWN, 1954. Hemagglutination with arthropod-borne viruses, J. Exper. Med., 99: 429. — (5) CASALS, J., 1957. The arthropod-borne group of animal viruses. Trans. N. Y. Acad. Sci. Ser. II, 19 (3): 219. — (6) CASALS, J., 1958. Antigenic classification of arthropod-borne viruses. Proc. 6th Intern. Congr. Trop. Med. and Malaria, Lisbon, Portugal. — (7) CASALS, J. and L. WHITMAN, Group C, a new serological group of hitherto undescribed arthropod-borne viruses. Immunological studies. In preparation. — (8) HAAGEN, E. M. and M. THEILER, 1932. Studies of yellow fever in tissue culture. Proc. Soc. Exper. Biol. and Med., 29: 435. — (9) THEILER, M. and H. H. SMITH, 1937. The effect of prolonged cultivation

*in vitro* upon the pathogenicity of yellow fever virus. J. Exper. Med., 65: 767. — (10) HUANG, C. H., 1942. Titration and neutralization of the Western strain of equine encephalomyelitis virus in tissue culture. Proc. Soc. Exper. Biol. and Med., 51: 396. — (11) BANG, F. B. and G. O. GEY, 1949. Electron microscopy of tissue cultures infected with the virus of Eastern equine encephalomyelitis, Proc. Soc. Exper. and Biol. Med., 71: 78. — (12) BANG, F. B. and G. O. GEY, 1952. Comparative susceptibility of cultured cell strains to the virus of Eastern equine encephalomyelitis, Bull. Johns Hopkins Hosp., 91: 427. — (13) ROBBINS, F. C., J. F. ENDERS and T. H. WELLER, 1950. Cytopathogenic effect of poliomyelitis viruses *in vitro* on human embryonic tissues, Proc. Soc. Exper. Biol. and Med., 75: 370. — (14) ROUS, P. and F. S. JONES, 1916. A method for obtaining suspensions of living cells from the fixed tissues, and for the plating out of individual cells, J. Exper. Med., 23: 549. — (15) SCHERER, W. F., J. T. SYVERTON and G. O. GEY, 1953. Studies on the propagation *in vitro* of poliomyelitis viruses. IV. Viral multiplication in a stable strain of human malignant epithelial cells (strain HeLa) derived from an epidermoid carcinoma of the cervix, J. Exper. Med., 97: 695. — (16) GEY, G. O., W. D. COFFMAN and M. T. KUBICEK, 1952. Tissue culture studies of the proliferative capacity of cervical carcinoma and normal epithelium, Cancer Research, 12: 264. — (17) HALLAUER, C., 1959. Züchtung von Gelbfiebertvirus in menschlichen Explanataten. Archiv für die gesamte Virusforschung, Band IX, Heft 3, 428. — (18) BUCKLEY, S. M. and R. E. SHOPE. Comparative assay of arthropod-borne group C virus antibodies by tissue culture neutralization and hemagglutination inhibition tests. In preparation. — (19) HUANG, C. H., 1943. A visible method for titration and neutralization of viruses on the basis of pH changes in tissue cultures. Proc. Soc. Exper. Biol. and Med., 54: 160. — (20) BROWN, L. V., 1958. Studies on Western equine encephalomyelitis virus in tissue cultures. I. The color change of phenol red in cultures of chick embryo tissue as a visible method for assay of Western equine encephalomyelitis virus and its antibody. Am. J. Hyg., 67: 214. — (21) BUCKLEY, S. M., 1959. Propagation, cytopathogenicity and hemagglutination-hemadsorption of some arthropod-borne viruses in tissue culture. Annals of the New York Academy of Sciences, 81: 172. — (22) CLARKE, D. H.: personal communication. — (23) CLARKE, D. H. and J. CASALS, 1958. Techniques for hemagglutination and hemagglutination-inhibition with arthropod-borne viruses. Am. J. Trop. Med. and Hyg., 7: 561. — (24) DULBECCO, R., 1952. Production of plaques in monolayer tissue cultures by single particles of an animal virus. Proc. Natl. Acad. Sci., 38: 747. — (25) KISSLING, R. E., 1957. Growth of several arthropod-borne viruses in tissue culture. Proc. Soc. Exper. Biol. Med., 96: 290. — (26) SCHERER, W. F. and J. T. SYVERTON, 1954. The viral range *in vitro* of a malignant human epithelial cells (strain HeLa, Gey). II. Studies with encephalitis viruses of the Eastern, Western, West Nile, St. Louis and Japanese B types. Am. J. Pathol., 30: 1075. — (27) BANTA, J. E., 1957. Cultivation of Dengue, Western equine encephalitis, Japanese encephalitis and West Nile viruses in selected mammalian cell cultures. Am. J. Hyg., 67: 286. — (28) SYVERTON, J. T., 1956. Cells in continuous culture for study of viruses. Am. J. Trop. Med. and Hyg., 5: 430. — (29) BURNET, F. M. and EDNEY, M., 1951. Recombinant viruses obtained from double infections with the influenza A viruses Mel and neuro-WS. Australian J. Exper. Biol. and Med. Sc., 29: 353. — (30) SYVERTON, J. T. and W. F. SCHERER, 1953. Utilization of a stable strain of human epithelial cells (HeLa, Gey) for diagnosis of poliomyelitis. Fed. Proceedings, 12: 462. — (31) SYVERTON, J. T., W. F. SCHERER and P. M. ELWOOD, 1954. Studies on the propagation *in vitro* of poliomyelitis viruses. V. The application of strain HeLa human epithelial cells for isolation and typing. J. Lab. and Clin. Med., 43: 286.

## DISCUSSION

K. SMITH: Is it a practical proposition to identify viruses by their cytopathic effect alone?

S. BUCKLEY: Arthropod borne viruses may be isolated by virtue of their cytopathogenic effect. They are identified, however, by serologic means, either by neutralization test, or by hemagglutination-inhibition or by complement-fixation test.



SONJA M. BUCKLEY: Application of tissue culture methods to the study of the Arthropod-Borne Group of Animal Viruses



Fig. 1. Appearance of unstained HeLa cells in a culture inoculated with 100 TCD<sub>50</sub> of Japanese B encephalitis virus, strain 6 89 24, 18th passage; 12 days after inoculation ( $\times 200$ ).



Fig. 2. Appearance of unstained HeLa cells in a culture inoculated with 100 TCD<sub>50</sub> of Japanese B encephalitis virus, strain 6 89 24, mixed with Japanese encephalitis antiserum ( $\times 200$ ).



# THE USE OF VIRUSES IN THE CONTROL OF SOME FOREST INSECTS IN CANADA

J. W. MacBAIN CAMERON

Insect Pathology Research Institute, Research Branch, Canada Agriculture, Sault Ste. Marie,  
Ontario, Canada

The problem of economic control of insect pests of forests is different from the control of pests of agricultural crops. In the latter case it is usually quite possible, both physically and economically, to use chemical insecticides when necessary, and indeed in many cases to use them chiefly as a preventive measure rather than as a control of an outbreak. The cost of such measures is usually low in relation to the value of the crop, and even if the control is incomplete or a failure, another crop may be harvested from the same ground in the following year to recoup losses.

In the forest, on the other hand, the physical problems of application make insecticidal treatment difficult. The only practical method is by use of aircraft, requiring extensive installations as operational bases. Under some circumstances, particularly in the case of a mature forest accessible and ready for harvest, such treatment is probably economically sound. But when the crop concerned is not nearly ready for harvesting there is risk that future outbreaks may necessitate additional treatment so that the total cost of protection may eventually be enough to eliminate any profit. Or other factors, such as fire, may cause loss of the entire investment. Still another matter demanding serious consideration is the possible effect of chemical insecticides on fish and wildlife.

The practical alternative to chemical insecticides is biological control. For many years this term has been interpreted to mean the distribution of parasites and predators—usually other insects. During the past two decades it has come to include disease-causing organisms as well. The occurrence of insect diseases has of course been recognized since many years, and many attempts have been made to control injurious species by this means. A great many, indeed most, of these attempts were of an *ad hoc* nature, and were initiated with completely inadequate information about the organisms involved. As a result it became an accepted dictum that diseases could be counted on as control agents only when circumstances (i.e., meteorological conditions, population density, etc.) were favourable; under such circumstances the disease would develop spontaneously, without otherwise no artificial manipulation to bring about infection could be successful. Experience during the past 15 years shows that this is not necessarily true, and increased knowledge of insect pathogens promises greater possibilities of utilizing them effectively as control agents.

In Canada, our present program of insect pathology investigations had its beginning in the collapse of an outbreak of the European spruce sawfly, *Diprion hercyniae* (Htg.), due largely to the natural occurrence of a polyhedrosis. The sawfly outbreak was first discovered in the Gaspé area of Quebec in 1930, although it had apparently been present in Canada several decades earlier (Balch, 1939). When discovered, a large outbreak had already developed, and when the peak was reached about 1938, an estimated 12,000 square miles were heavily infested (Balch and Bird, 1944), including an area in the Northeastern United States. In 1936, larvae being reared in the laboratory were found dying of disease, and in the latter part of 1938 diseased larvae were found in various parts of the outbreak area. By 1943 the control was practically complete, and no serious defoliation was being caused anywhere in the infested region. Balch and Bird found polyhedral bodies in the dead insects, and stated that the disease appeared to be similar to the virus or "wilt" diseases of various lepidoptera. Bird (1949) first described the histopathological symptoms. Bird and Elgee (1957) have analyzed the data accumulated

from permanent sample plots established in 1940. They concluded that the effectiveness of the disease appeared to be density dependent, being much greater at high than at low host density. However, in the year immediately following a severe virus epizootic, it was effective even though the host density was very low.

During the years following the first discovery of the insect, it gradually spread throughout Eastern Canada. In 1936 it was first reported from Ontario adjacent to the Quebec infestation (Gray, 1936), and by 1938 it was found in the southwestern part of the Province (Brown, 1938). Disease, however, was not reported from Ontario until 1940, and then from the area of the earliest recovery of the insect in the northeastern part of the Province (Brown, 1940). In 1941 the first record of the insect in Newfoundland was obtained (Brown, 1941).

The virus disease was first introduced into Ontario in 1941 (Bird, 1942) and into Newfoundland in 1943 (Hawboldt, 1943). The introductions were repeated in Ontario in 1942 (Bird, 1942) and in 1945 (Watson and MacKay, 1945), and in Newfoundland in 1944 and 1945 (Reeks, Smith and Forbes, 1944, 1945). It was also distributed in Quebec in 1941 and 1942 (Bird, 1942; Atwood, 1943), but there is evidence that it already occurred there naturally at the time. These were all very casual operations, and there was no adequately planned follow-up to determine effectiveness. By 1946 it was reported (Reeks, Forbes and Cuming, 1946) that the disease was rapidly becoming established in Newfoundland, with the highest incidence occurring in those regions where the virus extract had been disseminated, but occurring also where living diseased larvae had been distributed. Annual surveys since that time have shown a steady increase in the area in which the insect is found, but it is always accompanied by the disease, and in no case has serious defoliation of spruce by this sawfly been reported from Newfoundland.

In Ontario, on the other hand, although the insect did not become abundant, disease was not reported in the population at the point of dissemination until 1955. Because of the circumstances surrounding the original disseminations and the fact that no really determined effort was made to trace the course of the disease, it is not possible to say definitely that the introduction was not successful.

In order to obtain an accurate assessment of the actual value of the virus artificially introduced into a population, an experiment was begun in 1950. A new, light infestation of the sawfly had been reported from an area north of Thessalon, near Sault Ste. Marie, in 1947. It occurred on scattered white spruce (*Picea canadensis* [Mill.]) over an area of about four square miles. The parasite *Drino bohémica* Mesn. was liberated in the area in 1948, but apparently did not become established. The infested area increased considerably, and by 1950 the insect was found over about 80 square miles. The population was low, and neither disease nor parasites was found. Virus suspension was sprayed on seven of the larger trees scattered over the area, and each year since (except two) collections have been made at weekly intervals during the season of larval activity and the larvae examined for the presence of disease. In 1953 and 1954 only one general survey was made, at the height of the second generation activity. The disease has become firmly established and has spread considerably from the original area of introduction. The area of infestation also has been slowly increasing, but the level of population has remained quite low, and no significant damage to the trees has been reported. Bird and Burk (1961) have reported in detail on these tests and conclude that the control of the population can be attributed to the disease.

The next insect to be mentioned is the European pine sawfly, *Neodiprion sertifer* (Geoffr.). This insect is a serious defoliator of pine in parts of Europe and Asia, and was found in New Jersey, U.S.A., in 1925. It apparently spread westward through Pennsylvania and Ohio to Michigan and in 1939 it was reported in Canada at Windsor,



Ontario (Brown, 1939). By 1949 it was causing important damage throughout South-western Ontario where Scots pine, *Pinus sylvestris* L., is grown extensively for Christmas trees. Many growers were forced to use insecticides to protect the foliage on the trees in the last two or three years before harvest. Although Escherich reported in 1913 that this sawfly was subject to a polyhedrosis virus ("wilt") disease, and Forsslund stated in 1945 that the insect was controlled by virus in Sweden, the disease had not been reported in North America (Bird, 1953).

In 1949, a few dead larvae were supplied by Forsslund from Sweden (Bird, 1953), and from them a supply of virus was built up for experimental purposes. The first tests of the virus in 1950 were highly successful. Only small numbers of polyhedra were necessary to initiate the disease ( $LD_{50}$ , 100—500 polyhedra), and death of the larvae followed 6 to 16 days after infection, with the highest rate of mortality occurring at about 8 to 12 days (Bird and Whalen, 1953). The following year the experiments were enlarged and considerable acreages of plantation were sprayed with virus suspension. In 1952 an aircraft was used in treating plots of 50 acres or more. The results fulfilled the promise of the earlier tests, and the virus has since been provided each year to interested plantation owners who wish to use it to control the insect, and it has also been supplied to investigators in the United States, and even returned to Europe.

It must be admitted that this is not the ultimate in controlling the insect under existing Ontario conditions. Scots pine is grown in this part of Canada largely for sale as Christmas trees. Although our records (Bird, unpublished) show that an infestation of several years duration has no apparent immediate effect on the growth of young trees—those over five or six years old—because of the habit of the insect of leaving current year's foliage untouched, the removal of older foliage ruins the trees for decorative purposes. Scots pine typically retains needles for only two or three years, so that protection in the three years preceding harvest is all that is necessary. Having full knowledge of the biology and habits of the insect, by proper dosage and timing it is possible to effect essentially complete control by the use of virus alone (Bird, 1953). By spraying just at the time the eggs hatch, all the larvae will be infected and will die within a week or ten days, before any serious damage has been done, and none will survive to carry infection for subsequent years. However, a certain proportion of the original insects will have remained in diapause in the cocoon until the second or even the third year. Since one or two colonies can easily defoliate and kill a very young tree, and in heavily infested new plantations they may migrate and kill several, it is necessary to repeat the application of virus for perhaps three or four years, until the trees have become large enough to withstand the removal of the old needles and all the uninfected diapausing population has emerged.

We are advising plantation owners to begin spraying just after the eggs hatch and to complete it by the time the larvae have reached the end of the fourth instar. Dead larvae are collected each year and sent to the Insect Pathology Research Institute where a standardized concentrated suspension is prepared for distribution, with instructions for diluting it. The spray is applied at a concentration of about 1,000,000 polyhedra per ml, and one-half to one gallon per acre. Some growers prepare their own suspension from the larval cadavers, using 10 to 20 larvae per gallon of water and straining out the large particles before spraying. Aerial spraying is effective but expensive, and if time permits ground equipment, even a small hand-operated sprayer, is equally effective. The important consideration is not to get complete coverage of the foliage of an individual tree, but rather that some spray should be deposited on every tree. The spread of infection among insects in a tree is quite rapid, but transmission from tree to tree is slow. If the trees are large, beyond the size suitable for Christmas trees, a single introduction can result in the development of an epizootic, and serve as a centre from which infected insects can spread the virus.

In each of the cases just outlined we were dealing with an introduced insect pest and an introduced virus disease. This is the classical situation for biological control. However, we have also attempted to use a naturally-occurring virus to control populations of native insects. The first of these tests was begun in 1953, and the insect was *Neodiprion pratti banksianae* Roh. on the jackpine, *Pinus banksianae* Lamb. This insect is of sporadic importance, and it was found to harbour a virus. Using techniques similar to those that had been successful before, experiments were done in an area of rather scattered natural growth that was supporting a moderate to heavy population. Results were disappointing (Bird, 1955). While it was possible to induce infection sufficient to control the insect, excessively large dosages of virus (foliage drenched with a suspension of 3,000,000 polyhedra per ml) had to be applied to the foliage in order to do so. Moreover, there was little or none of the carryover that plays so large a part in the continuing success of the other viruses. While the virus might be very useful in checking outbreaks of the sawfly in small areas when for any reason it might not be desired to use insecticides, it is not likely, so far as we can tell at present, to become a very important control agent. All attempts to improve results in this case have so far been unsuccessful, and we label this a "poor" virus.

However, the picture is somewhat better in the case of another native insect, the red-headed pine sawfly *Neodiprion lecontei* (Fitch) on red pine, *Pinus resinosa* Ait. Here again we have a naturally-occurring virus, but a "good" one. The host insect again appears sporadically, but when it does it is important that it be quickly controlled because it first eats current year's foliage and then moves back on to the older needles. Thus, a continuation of the outbreak for two or three years can result in heavy tree mortality.

The virus was tested in two separate areas against this insect. In the first case, mortality was very heavy using only moderate dosages. However, there were some larvae the following year. In the second year after application, a natural epizootic of the disease recurred, possibly as a result of emergence of diseased adults from two-year cocoons, and the residual population was completely destroyed. In the other test area mortality was complete in the year of application and there was no population the following year (Bird, unpublished data).

In some areas of Quebec Province, *Neodiprion swaini* Midd. has been causing severe damage on jackpine. Tests by Smirnov during the past three years have shown that it too is susceptible to a virus. This is somewhat slower in its effect than are the other sawfly viruses, requiring two weeks or more to cause mortality when newly hatched larvae are infected, and longer for the older larvae. Smirnov (1961) made selections from virus obtained by serial passages through the host, and was able to enhance the virulence considerably. The virus thus obtained was multiplied in quantity, and large plots are being treated this season in order to determine its efficiency as a control.

Thus, we have in these three cases examples of native insects controlled by their native virus at three levels—the first, unsatisfactory because of the large quantity of virus required; the second, satisfactory; and the third, an apparently moderately satisfactory virus enhanced in its efficiency by a process of selection or reactivation, but the field efficiency of which has not yet been completely assessed.

It will be noted that in all the examples so far given, the host insect belonged to the sub-order Symphyta of the order Hymenoptera. This is largely because the first striking natural epizootic to be studied occurred in a sawfly population and it seemed logical to extend the studies to other closely related species.

More recently an attempt has been made to determine the effectiveness of viruses against Lepidoptera. The spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Clem.), is an

important insect native to North America. In the past century it has destroyed many millions of cords of spruce and balsam fir (Elliott, 1960). In recent years thousands of square miles of forest have been sprayed with insecticides, and there are still active areas of infestation.

Graham (1947) reported the occurrence of a polyhedrosis virus in the budworm populations, and it was immediately surmised that it might be possible to duplicate the story of *D. hercyniae*. This was not to be, however. Bergold (1949) reported that even very heavy doses of polyhedra would not give complete mortality, and that there was a two-week interval between infection and death during which the insect would continue to feed. Graham (1948) had stated that "the true polyhedral bodies . . . . most clearly originate in the digestive cells of the midgut". Bird (1949), however, found that the polyhedrosis was typical of Lepidoptera in that "all cells except those of the digestive tract, Malpighian tubules and sex cells become infected before the insects die". However, he also reported the occurrence of "granules" in the cytoplasm of midgut cells of the budworm larvae (presumably what Graham had seen). It was not until 1954 that Bird and Whalen (1954) recognized these as the polyhedra of a different virus disease, a cytoplasmic polyhedrosis. The new disease was not highly virulent, and it and the original nuclear polyhedrosis virus were never found naturally infecting the same individual larva.

Bergold (1951a) mentioned the occurrence of still a third virus in the budworm. This belonged to the so called "capsule" or "granulosis" group. Bird (1958) showed that this virus develops in the cytoplasm rather than in the nucleus of infected cells and later (Bird, 1959) demonstrated that, although the granulosis and the nuclear polyhedrosis may infect one individual insect, they never infect the same individual cell. Moreover, there is a competition or interference between the two diseases. The polyhedrosis virus is more rapid in its action than is the granulosis virus, and once polyhedrosis is established, granulosis infection is retarded or prevented. This is not especially important, because the polyhedrosis is of considerably greater virulence than the granulosis. However, if the granulosis infection occurs first, it in turn interferes with polyhedrosis infection and the time between infection and death is increased. In spite of this competition, the total mortality is somewhat higher when both diseases are introduced; this is interpreted as due to differential resistance among individuals in the host population, and not to a synergistic effect of either virus on the other. Although the granulosis can cause quite high mortality when tested under laboratory conditions, there is no evidence that it is very effective as a natural infection in the field despite its widespread occurrence. Bergold (1949) demonstrated that the budworm is highly resistant to infection by the polyhedrosis virus, requiring a very large amount of inoculum. Although at the time this work was done the occurrence of granulosis had not yet been recognized, it is probable that these results were due at least in part to the interference later demonstrated by Bird.

The results of the early tests by Bergold, referred to above, discouraged the hope that virus might be of great value against *C. fumiferana*. However, as the problem of interference was elucidated so that these early results were explainable, further effort was devoted to this problem. During the past two years Bird has demonstrated in the laboratory that these viruses may be much more efficient than had been supposed. Consequently, in the spring of 1960 a field test was organized to determine whether or not they could be used to reduce budworm populations. The results of this test are not available at the time of writing.

Virus diseases affecting a few other forest Lepidoptera have been investigated experimentally. Bergold (1951b) tested native virus against the tent caterpillar *Malacosoma disstria* Hbn. In crowded trays infected with a heavy concentration of suspension



( $8.6 \times 10^6$  polyhedra per ml), he was able to get a fairly high percentage of mortality. In the controls there was extensive bacterial infection and this may have contributed to the results. When the virus was sprayed on small, artificially colonized trees, very little mortality followed. He suggested that there might be a genetic resistance, although he presented no concrete evidence for it. Natural outbreaks of this insect are cyclic in their occurrence, and epizootics of the virus seem to occur in the later years of the outbreak. Two possible explanations of this are suggested. Due to repeated defoliation of the host trees the insects may suffer malnutrition from either an actual shortage of food or a change in the chemical constitution of the foliage, or by being forced to feed on unnatural food plants, and thus become more susceptible to infection. Or, the result may be due to change or selection in the virus. If Smirnoff's interpretation of his results with *N. swainei* virus is correct, repeated passage would lead to selection of more virulent strains, since these strains would cause early death and thus give more opportunity for re-infection by them; this effect would be intensified as the host population builds up and the infection spreads. At the end of the outbreak, it is conceivable that the virulent strain would kill all those individuals infected by it, causing the collapse of the outbreak and leaving in the few surviving host individuals only the avirulent strains of virus. Through the low part of the insect cycle these strains would survive, but it would take several years of increasing population for the virulence to build up again by selection. The alternative explanation of rejuvenation or reactivation by repeated passage might also apply, although it seems less likely in natural populations than in the laboratory because of the time factor; in the laboratory the virus can be passed through the host five or six times in a year, but in the field only one or two passages would be likely.

Sager (1955, 1958) began some studies on viruses of the hemlock looper *Lambdina fiscellaria lugubrosa* (Hlst.) and of the Douglas-fir tussock moth *Homocampa pseudotsugata* McD. In both cases it was easy to produce infection in the laboratory, and in the second case small field trials indicated that the viruses could be disseminated artificially in natural populations, but no large scale treatments have as yet been attempted. Both these viruses are known to cause spectacular reduction in heavy populations of their respective hosts, and they should be valuable control agents when their epizootiology is better known.

These, then, are the cases in which viruses have been more or less thoroughly investigated as control agents against forest insects in Canada. Some attempt at assessment of their significance is in order, to see whether there is a real prospect of achieving stable, low-level insect populations by this means. It must be emphasized that, theoretically at least, complete eradication is not desirable. Viruses will grow only within the living tissue cells of the host insect. The ideal situation, therefore, is to have in the population a level of infection that will prevent the pest from increasing to the point where it causes economic damage, and yet will leave surviving sufficient infected population to provide a reservoir of disease against the time when conditions for the insect are particularly favourable. This situation was reached naturally in the New Brunswick outbreak of *Diprion hercyniae*, as described by Bird and Elgee (1957), where the virus and the introduced parasites complement each other in holding the population in check. The parasites appear to be much more efficient at the extreme low levels of infestation, but the disease persists and when, for reasons as yet unknown, the host population shows an increase, the virus quickly checks it. This happened in 1945 and 1946, and again to some extent in 1952, 1953 and 1954. Morris (1959) did a single-factor analysis of the sawfly population in the same New Brunswick area through 24 generations, part of the period overlapping that discussed by Bird and Elgee. He noted an apparent cycle of abundance at intervals of six to eight generations, but



with a gradual rise in the mean population indicated by the fact that each successive low point was higher than the one before. The peak of the second cycle, nearly three times as high as the first one, occurred in 1952, the same year that Bird and Elgee found both the insect and the disease increasing. Morris arrived at the same conclusion as did Bird and Elgee, namely, that the sawfly population might again reach a level at which virus disease would become more effective than parasites as a control factor. Bird believes that a similar cyclic situation will occur where the virus was introduced in Ontario, although here the parasite contribution to control is practically non-existent and the average sawfly population appears to have become established at a somewhat higher level than in New Brunswick.

Under the rather unnatural conditions (in forestry terms) of the Scots pine plantations in Southern Ontario, virus is effective in checking *Neodiprion sertifer*. If the problem were one of timber management a single application of virus would be quite satisfactory, as has been shown in some cases where the trees have been allowed to grow toward maturity. However, in the special circumstances where the production is more in the nature of a cash agricultural crop, treatment must usually be repeated in order to give complete protection of the foliage.

On the basis of results with both *C. fumiferana* and *N. swainei*, it appears that effectiveness of viruses can be improved by a process of selection. Whether or not this is true occurrence of strains of different virulence is as yet a matter of opinion. That it may be so is suggested by the development of epizootics late in outbreaks of *M. disstria*. As indicated above, there may be highly virulent strains having a natural self-limiting factor, so that as the outbreak progresses they cause an ever-increasing proportion of the total deaths from disease until eventually the survivors are chiefly those infected by the less virulent strains. Thus, when the population collapses the virulent strains almost disappear, and the natural cycle of selection and build-up must be repeated afresh with each new outbreak of the host.

There is still much to be learned about the possibilities of using viruses as controls for insects both in the forests and in agriculture generally. I cannot refrain from mentioning, even though it is not included in the title of the symposium, that no one can afford to overlook the possibilities of other pathogenic organisms, notably the crystal-producing, spore-forming bacteria. There seems no reason to doubt that further study will also make it possible to utilize fungi—it is well known that they can and do, under certain circumstances, exert spectacular control of some insects. It is certain that the guiding principle of twenty-five years ago—if conditions are right disease will develop spontaneously, and if not there is nothing that can be done about it—is completely *passé*. Modern techniques have added immeasurably to our knowledge of these organisms and the diseases they cause. It is well within the bounds of possibility that intelligent use of microorganisms as biological control agents will eventually result in maintaining populations of injurious insects at low levels such that they will be of relatively small economic consequence.

#### REFERENCES

- ATWOOD, C. E. 1943. A note on the artificial dissemination of disease attacking *Gilpinia hercyniae* (Htg.). Ann. Rept. Forest Insect Invest., Fredericton Laboratory 1943, pp. 92—94 (Unpubl.). — BALCH, R. E. 1939. The outbreak of the European spruce sawfly in Canada and some important features of its bionomics. J. Econ. Entom. 32: 412—418. — BALCH, R. E. and F. T. BIRD. 1944. A disease of the European spruce sawfly, *Gilpinia hercyniae* (Htg.) and its place in natural control. Sci. Agric. 25: 65—80. — BERGOLD, G. H. 1949. The polyhedral disease of the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Clem.). Canada Dept. Agr. Bi-Mo. Prog. Rept. 5 (3): 2. — BERGOLD, G. H. 1951a. The polyhedral disease of the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Clem.) (Lepidoptera: Tortricidae). Canad.

J. Zool. 29: 17—23. — BERGOLD, G. H. 1951b. Notes on polyhedral disease of forest tent caterpillar, *Malacosoma disstria*. Canada Dept. Agr. Bi-Mo. Prog. Rept. 7 (4): 1—2. — BIRD, F. T. 1942. Larval disease of *Gilpinia hercyniae*. Ann. Rept. Forest Insect Invest., Fredericton Laboratory 1942, pp. 197—202 (Unpubl.). — BIRD, F. T. 1949. Tumors associated with a virus infection in an insect. Nature 163: 777—780. — BIRD, F. T. 1953. The use of a virus disease in the biological control of the European pine sawfly, *Neodiprion sertifer* (Geoffr.). Canad. Entom. 85: 437—446. — BIRD, F. T. 1955. Virus diseases of sawflies. Canad. Entom. 87: 124—127. — BIRD, F. T. 1958. Histopathology of granulosis viruses in insects. Canad. J. Microbiol. 4: 267—272. — BIRD, F. T. 1959. Polyhedrosis and granulosis viruses causing single and double infections in the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* Clemens. J. Insect Pathol. 1: 406—430. — BIRD, F. T. and J. M. BURK. 1961. Artificially disseminated virus as a factor controlling the European spruce sawfly, *Diprion hercyniae* (Htg.), in the absence of introduced parasites. Canad. Entom. 93: 228—238. — BIRD, F. T. and D. E. ELGEE. 1957. Virus disease and introduced parasites as factors controlling the European spruce sawfly, *Diprion hercyniae* (Htg.), in central New Brunswick. Canad. Entom. 89: 371—378. — BIRD, F. T. and M. M. WHALEN. 1953. A virus disease of the European pine sawfly, *Neodiprion sertifer* (Geoffr.). Canad. Entom. 85: 433—437. — BIRD, F. T. and M. M. WHALEN. 1954. Stages in the development of two insect viruses. Canad. J. Microbiol. 1: 170—174. — BROWN, A. W. A. 1938. Summary report of the Ottawa Section. Canada Dept. Agr. Ann. Rept. Forest Insect Survey, p. 36. — BROWN, A. W. A. 1939. Canada Dept. Agr. Ann. Rept. Forest Insect Survey, p. 22. — BROWN, A. W. A. 1940. Canada Dept. Agr. Ann. Rept. Forest Insect Survey, p. 6. — BROWN, A. W. A. 1941. Canada Dept. Agr. Ann. Rept. Forest Insect Survey, p. 4. — ELLIOTT, K. R. 1960. A history of recent infestations of the spruce budworm in Northwestern Ontario, and an estimate of resultant timber losses. For. Chron. 36: 61—82. — GRAHAM, K. 1947. Pathological investigations. Canada Dept. Agr. Bi-Mo. Prog. Rept. 3 (2): 3. — GRAHAM, K. 1948. Insect pathology. Canada Dept. Agr. Bi-Mo. Prog. Rept. 4 (3): 2. — GRAY, D. E. 1936. Summary report on the 1936 co-operative spruce sawfly survey. Canada Dept. Agr. Ann. Rept. Forest Insect Survey, p. 4. — HAWBOLDT, L. S. 1943. Summary report of Forest Insect Survey, Maritime Provinces and Newfoundland. Canada Dept. Agr. Ann. Rept. Forest Insect Survey, p. 10. — MORRIS, R. F. 1959. Single-factor analysis in population dynamics. Ecology 40: 580—588. — REEKS, W. A., R. S. FORBES and F. G. CUMING. 1946. Maritime Provinces and Newfoundland. Canada Dept. Agr. Ann. Rept. Forest Insect Survey, p. 11. — REEKS, W. A., C. C. SMITH and R. S. FORBES. 1944. Summary Report of the Forest Insect Survey, Maritime Provinces and Newfoundland. Canada Dept. Agr. Ann. Rept. Forest Insect Survey, p. 9. — REEKS, W. A., C. C. SMITH and R. S. FORBES. 1945. Maritime Provinces and Newfoundland. Canada Dept. Agr. Ann. Rept. Forest Insect Survey, p. 11. — SAGER, S. M. 1955. Studies on the polyhedral virus disease in western hemlock looper (*Lambdina fiscellaria lugubrosa* [Hlst.]). Interim Rept. 1954-3, Forest Biol. Laboratory, Victoria, B. C. (Unpubl.). — SAGER, S. M. 1958. Studies on the epizootiology of a virus disease in the Douglas-fir tussock moth (*Hemerocampa pseudotsugata* (McD.)). Interim Rept. 1955—6, Forest Biol. Laboratory, Victoria, B. C. (Unpubl.). — SMIRNOFF, W. 1961. A virus disease of *Neodiprion swainei* Middleton. J. Insect Pathol. 3: 29—46. — WATSON, E. B. and MARGARET MacKAY. 1945. Canada Dept. Agr. Ann. Rept. Forest Insect Survey, p. 30.

## DISCUSSION

- C. G. THOMPSON: Tanada in California has reported a similar increase in effectiveness by combining a polyhedrosis and granulosis in control of the armyworm, *Pseudaletia unipuncta*. Tanada considers this to be synergism.
- J. FRANZ: Do you still believe as Bird and Elgee suspected three years ago that European spruce sawfly shows first signs of increased tolerance against virus infection?
- J. Mc. B. CAMERON: The situation has not changed. There is still a suspicion, based on the behaviour of the population, that the efficiency of the virus is somewhat less. However, it is such a small change that there is no way to show that it is statistically significant. It will be necessary to observe the population trend over a period of years in order to determine whether or not there is a real change. The fact remains that it is still a highly virulent virus.

# PIERIS BRASSICAE AND ITS GRANULOSIS VIRUS DISEASE

W. A. L. DAVID

Agricultural Research Council Unit of Insect Physiology, Cambridge, England

We have maintained a culture of *Pieris brassicae* L., the large white butterfly, in the laboratory for ten years (David & Gardiner 1952, David 1957). In 1955, after being continuously bred for five years, the larvae had a serious attack of virus disease which was common among the wild insects that year. Fortunately some larvae survived and gradually the percentage dying in successive generations decreased until by midsummer 1959 no larvae dying of virus disease were noticed. This culture will be referred to as the Cambridge stock. The characteristics of the granulosis concerned have been described by Smith & Rivers (1956).

In 1957 only about 1 to 2 percent of the Cambridge larvae were dying of granulosis. At this time a new stock was started alongside the Cambridge stock with larvae obtained from Staffordshire, about 130 miles away. By the fifth generation about 54 percent of the larvae of this stock were dying of virus disease which it was assumed had spread to it from the Cambridge larvae in neighbouring cages.

In August 1959 another new stock was collected from near Oxford, about 80 miles from Cambridge. This will be referred to as the Oxford stock. It has already been stated that at the time no virus disease was evident in the Cambridge stock but once again the larvae in the new stock began to die of virus disease. In the first 2—3 generations of Oxford larvae bred in captivity there was little disease but by the fifth generation between 50 and 75 percent of the larvae were dying of virus.

These observations suggested the need for further information on the transmission of granulosis within a particular stock and also concerning the reasons why newly established cultures suffered a severe epizootic after they had been in the laboratory for a few generations. In relation to the latter point I should like to emphasise that the original Cambridge culture was bred for 5 years (that is about 40 generations) without any signs of virus disease but three cultures started alongside this stock since 1957 have all shown severe epizootics. It seems therefore that stress is not the only factor.

Although the investigations have been carried out under laboratory conditions it is hoped that they will ultimately contribute to a better understanding of the spread of granulosis in natural populations.

Granulosis is essentially a disease which attacks the larvae though it is believed that death may occasionally occur in the pupal stage. It has not been shown that eggs or adults succumb to the disease.

To explain the persistence of granulosis in a *P. brassicae* culture we may suppose that the virus is transmitted from one generation to the next within the egg as is known to occur with various symbiotic microorganisms and certain other viruses (Wigglesworth, 1953). In addition to this internal transmission there may well be external contamination of the egg coming from the accessory glands of the female or carried externally on her body. Finally the larvae may become infected from food which has been directly contaminated by other larvae or indirectly either through contact with infected materials or by air-borne viruses.

The experiments which I shall describe all have a bearing on these points.

## RESULTS

### Is there a general distribution of virus in the Oxford or Cambridge stock cages?

Before collecting eggs for other purposes a test was made to determine whether the adult stock cages were generally contaminated with virus. The insides of the cages soon became dusty with scales and spotted with meconium and excrement from the large number of adults present and it seemed possible that the cages might also be fairly heavily contaminated with virus.

To test this idea small cabbage plants were enclosed under wire gauze of 7 mm. mesh and exposed in the adult cages for two days, so that they could become contaminated but the females could not reach them to lay.

Larvae from a virus free stock were then fed on these plants but none of them developed virus disease.

It may be concluded that neither the Oxford or the Cambridge adult stock cages is significantly contaminated with virus.

### **What proportion of the females in a virus bearing culture lay egg batches giving rise to some larvae which die of granulosis?**

When it was established that there was no general distribution of free viruses in the adult stock cages it seemed possible to collect eggs from individual females without fearing that any virus detected could have come from a source other than the female laying the eggs.

In the first experiment of this kind (Feb. 1960) egg batches were collected on separate plants from eighteen different females. In the egg batches of twelve of these females one or more larvae were found which died of virus. Altogether 31 larvae died of granulosis out of 1,034 bred.

In the second experiment (March 1960) egg batches were collected from twenty females. Ten of these females laid egg batches in which one or more larvae were found which died of virus. Altogether 48 larvae died of granulosis out of 669 bred.

It may be concluded that, although there seems to be no free virus in the adult stock cage, the eggs laid by certain females are in some way contaminated with virus. No doubt the number of females infected and the percentage of their eggs carrying virus will vary greatly in different stocks.

### **Is the virus which is associated with the egg within the shell or on its surface?**

It has been shown by other investigators that in many insects organisms of various kinds may be transmitted from one generation to the next within the eggs and they may also adhere to the shell externally.

In an attempt to determine whether the virus causing granulosis disease in *P. brassicae* is actually transmitted within the egg some eggs laid by Oxford stock adults were soaked for 30 minutes in 0.5% potassium hydroxide plus wetter. This treatment removed all the rib structure of the shell and left it smooth, so that it is extremely unlikely that any external virus could have survived. Provided they were kept at saturated humidity the eggs hatched normally. Other eggs soaked in water were retained as controls.

Out of 75 larvae from treated eggs, 7 developed granulosis. Out of 75 larvae from the control eggs 10 larvae developed granulosis.

Without perhaps proving the point, these results very strongly suggest that the virus was being transmitted within the eggs in these experiments.

If the disease is frequently transmitted in this way it is easy to see that the actively flying adults could spread it widely and indeed Smith & Rivers (1956) have suggested that it was brought into Britain from the continent in 1955 by migrating adults.

### **The isolation of a virus free culture from the Oxford stock**

It was considered likely from the foregoing results that it would be impossible to obtain a culture showing no symptoms of virus disease, and therefore perhaps indeed virus free, simply by disinfecting the eggs externally. Instead, a large number of egg batches were collected from individual females. These were reared separately and any batches which showed definite virus or suspicious symptoms were rejected. By repeating



this process for three generations a stock has been obtained which has not shown any virus disease in the following three larval generations.

When a 20 per cent extract of these so-called virus free final instar larvae was applied to leaves and fed to first instar virus free larvae no cases of virus developed.

### Attempts to obtain

#### a *P. brassicae* stock laying a high percentage of virus infected eggs

In order to investigate the transmission of virus from one generation to another a stock laying a high percentage of virus infected eggs (as judged by the incidence of virus among the larvae) was required. In the Oxford stock, as already stated, the percentage of eggs giving rise to larvae dying of virus was 3% in February and 8% in March. It was hoped that it would be possible to increase these figures by suitable means.

A female which lays infected eggs could have received the virus in the egg stage from either of her parents. But it still has to be explained how the parents originally became infected and it is reasonable to suppose that this must have occurred in the larval stage since it is here that the virus multiplies so readily. It is however possible that the adult could have become infected.

The attempts which have been made to increase the transmission of virus to the eggs will now be discussed.

#### 1. By feeding virus to the adults

The method used was to add the virus to the 10% honey solution normally used to feed the adults. A cabbage plant on which the females could lay was also placed in the cage. It is unlikely that in nature a female will encounter infected food but if the method worked experimentally it would be a convenient way of getting virus into the eggs.

It was found that a high percentage of the larvae which hatched out on the plant on which the eggs had been laid died of virus. But if the eggs were removed from the plant and soaked in 0.5% potassium hydroxide with additional wetter none of the larvae which developed from the washed eggs died of virus.

One must conclude therefore that virus was carried from the honey to the cabbage plant by the adults but there was no evidence that under these conditions virus was being transmitted within the eggs. Feeding on virus honey was continued for six days but no eggs proved to be infected with virus internally.

Although the method failed in its purpose of producing eggs carrying virus internally it does show that virus can be carried externally by the adults and spread in a mechanical way.

#### 2. By injecting the pupae

Pupae of two ages were injected with virus. More than half died but the adults which emerged did not seem to have virus in their eggs. At any rate none of the resulting larvae died of virus disease.

#### 3. By feeding virus to the unfed newly-moulted final instar larvae

In these experiments virus was applied to small cabbage leaves and the final instar larvae were fed individually on each leaf. The dose was adjusted so that some of the larvae died of virus disease.

Although this test has been repeated several times none of the females from surviving pupae laid eggs which gave rise to visibly infected larvae.

## 4. By feeding virus to newly hatched first instar larvae

The experiments just described showed that when virus was fed to the final instar larvae it failed to be transmitted in the eggs of the resulting adults. It seemed possible that the developing ovaries might be more readily infected if the larvae were given virus at a very young stage and it was accordingly fed to first instar larvae.

The experimental procedure was the same as with the final instar larvae except that batches of the newly hatched larvae were used and the dosage of virus was much lower. After feeding on the virus-treated leaves for four days the young larvae were given clean leaves. As the larvae died they were removed from the culture jars so as to reduce the chance of the surviving larvae getting a second heavy dose of virus. Those which ultimately survived were bred and virus was looked for in the larvae.

Further experiments of this kind are still in progress but the results so far show few if any of the females resulting from the virus-fed larvae laid eggs which in turn gave larvae visibly infected with virus.

In conclusion I should like to set out the picture of the relationship between *P. brassicae* and the granulosi virus disease which is emerging from this work.

It seems likely that an adult insect which carries granulosi disease internally may contain very little virus and the only part of this which is significant is that associated with the gonads. The adults may however become contaminated with virus externally and act as simple mechanical carriers. The virus in the ovary may not multiply there so that only the first eggs laid carry virus. We have tentative evidence that this is so. The larvae from infected eggs may die. Much more virus is thereby released and under the conditions of mass culture many more larvae become infected, until final instar larvae are dying of granulosi and releasing huge quantities of virus. If the larva acquires virus but manages to reach the pupal stage before it dies most of the virus which is associated with the larval tissues is probably destroyed during pupation. A new generation of adults is thus formed carrying very restricted amounts of virus which may be in the gonads.

Further experimental work is required to confirm this picture and to complete it in greater detail. This we hope to carry out in the next few months.

## REFERENCES

- DAVID, W. A. L. (1957): Breeding *Pieris brassicae* L. and *Apanteles glomeratus* L. as experimental insects. Z. PflKrankh. 64, 572—577. — DAVID, W. A. L. & GARDINER, B. O. C. (1952): Laboratory breeding of *Pieris brassicae* L. and *Apanteles glomeratus* L. Proc. R. ent. Soc. Lond. (A), 27, 54—56. — SMITH, K. M. & RIVERS, C. F. (1956): Some viruses affecting insects of economic importance. Parasitology, 42, 235—242. — WIGGLESWORTH, V. B. (1953): The principles of insect physiology. 5th edition, p. 492. Methuen, London.

## DISCUSSION

K. SMITH: What is the nature of the contamination of the adult *Pieris brassicae* with virus? Is it carried on the feet or ingested and excreted?

W. A. DAVID: As yet we do not know the answer to this question but it is a suspect we hope to investigate later this year.

G. BODENSTEIN: Is there any hint that the virus-resistant strains of *Pieris* are resistant to chemical insecticides too?

W. A. DAVID: We have not tried to determine whether larvae which are resistant to viruses are also resistant to chemical insecticides. I do not think one would expect them to be; but if they were it would certainly raise some very interesting problems.

# SOME PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF THE MULTIPLICATION OF POLYHEDRAL VIRUSES

S. GERSHENSON

Institute of Zoology, Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev, USSR

In order to get a better understanding of the mechanism of virus reproduction it is necessary to gain some insight into the influence of the multiplying virus on the physiology of its host. Oxygen consumption was studied in pupae of the oak silkworm (*Antheraea pernyi* Guér.) which were intralymphally infected with a suspension of nuclear polyhedra. Control pupae received the same amount of sterile water. The experiments were conducted at 20°.

As can be seen from fig. 1, healthy diapausing pupae consume during all the time an approximately constant amount of oxygen (about 40—50 mm<sup>3</sup> per gram of weight per hour). Healthy developing pupae consume much more oxygen (about 200—300 mm<sup>3</sup> per gram of weight per hour); during the first days of observation the intensity of oxygen consumption of such pupae increased and during the period of emergence of moths somewhat decreased.

Quite different is oxygen consumption in polyhedrosis-diseased pupae. In diapausing pupae it sharply rises already on the second day after injection of polyhedra and for the following 10 days remains on a level nearly twice as high as that of control pupae. Shortly before death oxygen consumption of infected pupae somewhat decreases but still is higher than that of healthy ones. A similar picture is seen in developing pupae, though the difference between oxygen consumption of virus-infected and healthy pupae is here less striking than in diapausing ones.

A maximum of respiratory activity coincides with the time when most of the host cells become affected. High oxygen consumption is observed in virus-infected pupae even when the cells of the tracheal matrix are completely destroyed, and is maintained nearly to the time of death of the pupae.

As was to be expected, the virus possesses no respiration of its own. Dead pupae containing great quantities of infectious virus particles consume no oxygen until they become post-mortally infected by aerobic bacteria.

A comparison of data concerning infected diapausing and developing pupae shows an existence of an inverse linear dependency between the length of time from infection to death and the total amount of oxygen consumed during this period. On the average, infected developing pupae lived 8.4 days after infection and consumed during this time 47.9 ccm of oxygen per gram of weight; infected diapausing pupae lived 14.6 days after infection and consumed 30.3 ccm of oxygen per gram of weight. The ratio of the total amount of oxygen consumed by diapausing and by developing virus-infected pupae ( $\frac{47.9}{30.3} = 1.6$ ) fairly well coincides with the inverse ratio of the duration of their life from infection to death ( $\frac{14.6}{8.4} = 1.7$ ). This dependency as well as histopathological observations concerning the sites of primary virus lesions lead to the conclusion that the reproduction of nuclear polyhedral viruses proceeds chiefly or completely at the expense of the energy liberated by the respiration of the host. Thus, a polyhedral virus directs the metabolism of the host to its own favour. Experiments conducted in our laboratory by Brezgounova showed that in pupae of the silkworm (*Bombyx mori* L.) infection with the corresponding nuclear polyhedral virus also leads to a significant increase in oxygen consumption.

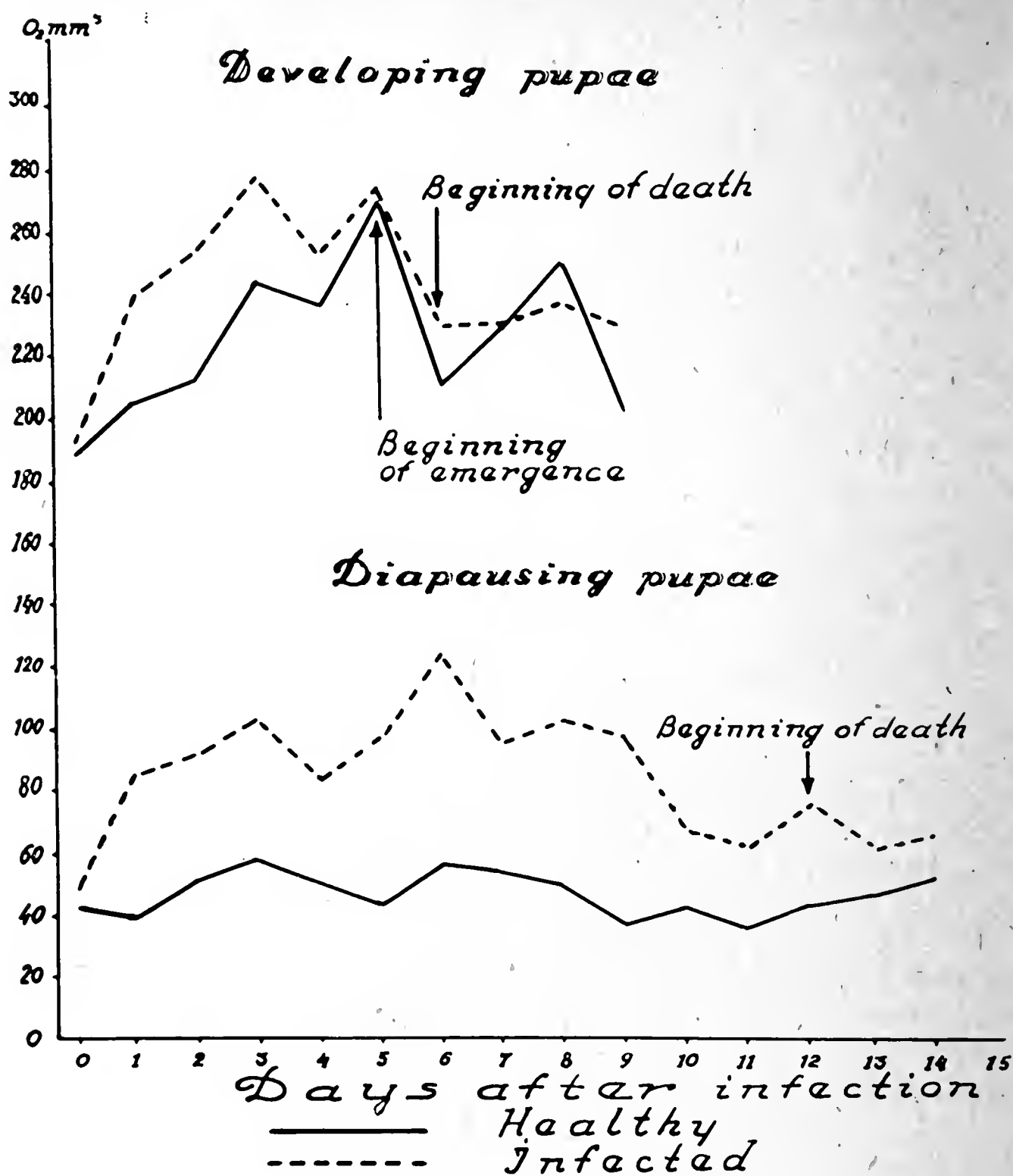


Fig. 1.

In another series of experiments I together with Brezgounova and Chernetsky injected into *A. pernyi* pupae a 0.75 per cent solution of propylgallate (0.2 ccm per pupae) and simultaneously a suspension of nuclear polyhedra. Control pupae received equivalent amounts of water or of propylgallate without the virus. Propylgallate possesses strong anti-oxidative properties and greatly decreases the respiratory activity of pupae, this effect being especially pronounced in virus-infected ones. On the average, at 22°C oxygen consumption per gram of weight per hour was 199.8 mm<sup>3</sup> in pupae which received water, 244.4 mm<sup>3</sup> in pupae infected with the virus, 150.1 mm<sup>3</sup> in pupae which received propylgallate and 141.7 mm<sup>3</sup> in pupae which received propylgallate and virus.

Injections of propylgallate protected about 25 per cent of pupae from the disease notwithstanding the fact that they were infected with a heavy dose of virus which proved absolutely lethal for control pupae not treated with propylgallate. Evidently propylgallate inhibits the multiplication of the virus, probably by decreasing the respiratory activity of the host. Other experiments showed that propylgallate does not inactivate the virus *in vitro* and does not cure pupae infected 48 hours before the injection of propylgallate.



# LATENCY IN INSECT VIRUSES

S. GERSHENSON

Institute of Zoology, Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev, USSR

Latency in viruses, i.e. the presence of a virus in the host not accompanied by any pathological symptoms, is widely spread in microorganisms, plants, animals and man. In recent years various investigators have gathered many facts bearing on latency in insect viruses. These facts are of considerable interest both for practical entomology (sericulture, pest control) and for theoretical virology and genetics. The most important findings were made by L'Heritier and his co-workers who studied the so-called sigma virus in *Drosophila*, and by a number of scientists who investigated viruses of nuclear polyhedroses of sawflies and lepidopterous insects. I shall consider here only this latter group of viruses with which I am better acquainted through my own studies.

Sericulturists have long ago observed that outbreaks of nuclear polyhedrosis (jaundice) frequently occur in the silkworm (*Bombyx mori* L.) in the absence of any detectable source of infection. Before it was known that polyhedroses are caused by viruses it was thought that such outbreaks are due to unfavourable conditions influencing the larval development of this insect as well as some others, e.g. the nun moth (*Lymantria monacha* L.). Later, when the virus nature of these diseases was ascertained, the idea emerged that such cases may be explained by an activation of a latent virus present in apparently-healthy individuals. This supposition, first advanced by Acqua, was further elaborated by Pospelov, Vago, Smith and myself. It is now confirmed by extensive epizootological and experimental data on various species of butterflies, moths and sawflies.

## Epizootological proofs of latency in nuclear polyhedral viruses

As an example may serve outbreaks of nuclear polyhedrosis in the oak silkmoth (*Antheraea pernyi* Guér.) which I studied during several years on numerous industrial rearings of this species in the Ukraine.

It was found that severe outbreaks of the disease nearly always arise suddenly over the whole territory occupied by the local population and without any gradual increase in the frequency of diseased individuals. Many such outbreaks occur in the offspring of healthy parents and under conditions practically excluding external infection, e.g. in localities where no *A. pernyi* was reared previously and where such wild insect species are absent as are susceptible to the given virus and could harbor it. There is a clear connection between outbreaks of nuclear polyhedrosis and definite unfavourable ecological factors affecting eggs or caterpillars of *A. pernyi*.

A closely similar picture is observed in *Bombyx mori*, with the sole difference that here strict sanitary measures (disinfection of eggs and rearing equipment etc.) in many cases render external infection even less probable than in *A. pernyi*. This was shown by Acqua, Vago, Mikhailov and Kovalev and many others. Identical conclusions can be drawn from epizootological observations on wild insects — the nun moth, the gipsy moth (*Porthetria dispar* L.), the bee moth (*Galleria mellonella* L.), the alfalfa caterpillar (*Colias philodice eurytheme* Bdv.) and other Lepidoptera as well as on some sawflies.

Epizootological data thus show that outbreaks of nuclear polyhedroses often arise in the offspring of healthy insects and without the introduction of infection from without, i.e. are caused by activation of latent viruses. It is evident that such an activation plays a prominent or perhaps even a leading part in the epizootology of nuclear polyhedroses.

## Experimental proofs of latency in nuclear polyhedral viruses

A great many of such proofs have been obtained and it is impossible to enumerate them all here. I shall confine myself only to several more demonstrative examples.

Some experiments on the induction by various treatments of nuclear polyhedroses in *B. mori* and in *A. pernyi* were conducted in such a way as to completely exclude external infection. In such experiments, carried out by Yamafuji and his co-workers and also in our laboratory, eggs obtained from healthy insects were carefully disinfected and caterpillars from these eggs were reared individually in sterile containers and on sterile food. Notwithstanding these precautions caterpillars subjected to definite unfavourable factors (chiefly chemical) showed a high mortality from polyhedrosis whereas control ones reared simultaneously in the same room remained perfectly healthy.

Experiments similar in principle were conducted in our laboratory on diapausing pupae of *A. pernyi*. If such pupae are kept at a high temperature (23°—25°C) they for many months remain in a diapausing state. Pupae obtained from healthy caterpillars were washed in a disinfecting fluid, placed in sterile paper bags and kept at the above-mentioned temperature. After 3—6 months some of them developed polyhedrosis though of course no virus could have entered them from without. It should be noted that if such pupae are artificially infected by means of intralymphal injections of the virus they invariably perish from nuclear polyhedrosis in the course of 10—17 days. It is thus evident that pupae which survived several months after pupation and then spontaneously became diseased contained no active virus during most of this time.

Even more convincing are experiments on tissue cultures of *B. mori* and *A. pernyi* carried out in our laboratory by Medvedeva. Cultures of ovarian or other tissues in sealed containers may for a considerably long time remain perfectly healthy and then suddenly succumb to polyhedrosis. As was shown more than 20 years ago by Trager and later confirmed in our and other laboratories, artificial infection of silkworm tissue cultures leads to a rapid development of polyhedrosis which becomes apparent already by the second or third day. Therefore if a culture remains healthy for a period of 15—20 days and then perishes from polyhedrosis, this cannot be explained neither by an initial presence nor by external introduction of an active virus and evidently must be attributed to a spontaneous activation of a latent virus contained in the cells. Grace recently obtained similar results on tissue cultures of *Hemerocampa leucostigma*.

### Factors activating latent nuclear polyhedral viruses

Experiments of various authors have shown that spontaneous nuclear polyhedrosis can be induced (without an introduction of active virus) by quite a number of ecological, physical and chemical factors. However, not all these factors are effective in all the insect species tested. Moreover, different breeds or developmental stages of an insect sometimes greatly vary in resistance to the same factor.

In *B. mori*, *A. pernyi* and some other Lepidoptera latent polyhedral viruses are easily activated by retarding embryonic development through low temperature. We found that artificial prolongation of hibernation of eggs of *B. mori* and of *P. dispar* at 4° for a period exceeding 220—250 days instead of the normal 120, as well as cooling *A. pernyi* eggs for 20—30 days, lead to a high frequency (60—100%) of polyhedrosis among larvae of the last instars. A considerable influence in the same direction is exerted by incubating the eggs at abnormally high temperatures and under insufficient aeration.

In larvae latent nuclear polyhedral viruses can be activated by starvation or by inadequate food. This was especially clearly demonstrated by Kotelnikova on *B. mori* and by Schwetzowa on *G. mellonella* and *A. pernyi*. Similar data were obtained on several other insects. We also obtained such results on a number of lepidopterous species but these results were in general less reproducible than in case of treatment of eggs.

Karpov showed that latent polyhedral viruses can be activated in *B. mori* larvae by X-rays. The same author as well as Krieg found that a similar effect is produced by

ultraviolet irradiation. However, both these factors are moderately effective and only in definite doses and on definite stages of larval life. Still less constant are the results produced by cooling or heating larvae; cooling is somewhat more effective. Neither high nor low humidity of the air activate latent viruses in larvae but can act indirectly by modifying the quality of the food.

Many reports have been made on the induction of nuclear polyhedroses by adding various chemical substances to the food. According to our experience most of these substances are but moderately effective. Somewhat more definite but still not very constant results were produced by additions to food of hydroxylamine (method of Yamafuji) or fluoride compounds (method of Veneroso and Vago). However, it seems that both these substances act unspecifically by causing partial starvation of larvae which avoid eating leaves sprayed by these substances.

The possibility of activation of latent polyhedral viruses by infecting the insect with some other pathogens seems probable but has not been sufficiently proved.

In most cases all the above-mentioned factors induce polyhedroses not immediately upon treatment but only after the lapse of a more or less lengthy period. Our investigations showed this is explained by the fact that latent viruses are often activated only in a few cells and the generalization of the disease takes place after two or three cycles of infection of healthy cells by the virus liberated from the affected ones.

In pupae spontaneous activation of latent nuclear polyhedral viruses is observed but rarely, and we failed to increase its frequency by physical and chemical means which are effective in larvae.

Besides factors activating latent viruses of nuclear polyhedroses there exist others which inhibit such an activation. In *B. mori* we found that the frequency of spontaneous polyhedrosis can be greatly decreased by adding zinc and especially cobalt salts to the food. Later this was confirmed by Sheremetiev for *A. pernyi*. Calcium has a similar but probably less pronounced effect; this was shown by Arseniev for *A. pernyi* and by us for *B. mori*.

### Distribution of latent insect viruses, their nature and economic importance

Observations of numerous investigators made on *B. mori*, *A. pernyi* and a number of wild insects show that latent viruses of nuclear polyhedroses are widespread among Lepidoptera and probably also among sawflies. Experiments on activating latent nuclear polyhedral viruses lead to the conclusion that in some populations they are present in the majority or even in all apparently-healthy individuals. It seems that viruses of a related group—those of granuloses—also can exist in a latent state; however, experiments on artificial activation of such viruses recently published by Steinhaus did not give clear-cut results. Data of L'Heritier show a wide distribution in *Drosophila* of the latent sigma virus, an activation of which makes the flies susceptible to carbon gas poisoning. As far as I know, no reliable data are at hand in respect to latency in other insect viruses.

Studies of latency in nuclear polyhedral viruses show that it closely resembles lysogeny in bacteria and that both these phenomena are probably identical in nature. Like bacterial prophages, latent polyhedral viruses evidently are located in the cell nuclei of the host, divide simultaneously with them, and are germinally transmitted from generation to generation. When activation takes place this symbiosis comes to an end and the virus begins to multiply autonomously, causing the disease and death of the host.

Since activation of latent viruses plays an important part in outbreaks of nuclear polyhedroses, it is necessary in sericulture, in order to control this disease, to carefully protect the silkworms from factors activating latent viruses. Application of such meas-

ures combined with usual sanitary ones aimed at preventing infection, proved to be very successful in industrial rearings of *A. pernyi* in the Ukraine.

Latency in insect viruses is of great importance also for the epizootology of wild insects. The success gained in Canada in combating sawflies by means of artificial dissemination of nuclear polyhedral viruses is probably due to a large extent to the fact that such viruses can survive in a latent state in insect populations for an unlimited time, and being activated in each generation in some of the insects, form a constant source of infection keeping the population numbers under control.

## DISCUSSION

- H. J. HUECK: In most publications about latency stress is laid on the breaking of diapause. However, we are studying a negative phenomenon. Would not it be therefore more adequate to start with initiating latency in a diseased population and to initiate and break latency under controlled conditions (like Koch's postulates demand in bacteriology reversely however). It appears to be very difficult to show that the breaking of latency without previous historical knowledge of the organisms used is not due to faulty technique.
- S. GERSHENSON: Most of our experiments on activating latent polyhedral viruses were conducted under carefully controlled conditions and using insects the progenitors of which were known to be healthy for several generations. Moreover, in some such experiments strict sanitary measures were used to exclude possible external infection (desinfection of eggs, sterilisation of containers and food etc.). I am rather sceptical as to the possibility of applying all of Koch's bacteriological principles to viruses without definite qualifications.
- C. B. PHILIP: I am not sure I understood the use of the term "spontaneous", for example in appearance of diseased cells in tissue culture after some generations of healthy cells. If the implication is that virus has appeared by spontaneous generation where none occurred before, I think it is impossible without killing the host cells to guarantee that microscopically indefinable, or "masked" virus may not still have been present in the parent cell line. As regards lack of signs of disease are concerned, many viruses, Herpes virus, may persist asymptotically for years.
- S. GERSHENSON: I do not think that viruses in general and insect ones in particular can arise by spontaneous generation. The word "spontaneous" was used to designate such cases when polyhedrosis occurs in the offspring of healthy parents and under conditions rendering external infection highly improbable or even impossible. I believe that such cases are due to an activation of a latent virus (better named a provirus) present in healthy individuals or cells and as yet undetectable microscopically. The situation seems to me to be similar in principle to that existing in lysogenic bacteria and probably also in the cases of Herpes simplex virus, adenoviruses and some others.
- K. SMITH: I was very interested to hear that Dr. Gershenson has failed to activate latent cytoplasmic viroses by feeding caterpillars with nuclear polyhedrosis viruses; we have apparently induced latent cytoplasmic viruses to develop in at least a dozen cases by this method; two examples are the larvae of *Operophtora brumata*, the winter moth, and *Bupalus piniarius*, the pine looper.
- S. GERSHENSON: The fact that Prof. Smith succeeded in activating latent cytoplasmic viruses by infecting caterpillars with nuclear polyhedral ones whereas we failed in this respect, seems very interesting. Either we have overlooked some cases of cytoplasmic polyhedrosis or the frequency of latent cytoplasmic viruses must be much higher in Cambridge than by us (possibly as a result of previous infection of laboratory stocks?).



# NEUERE FESTSTELLUNGEN ZUR NATUR VON INSEKTENPOLYEDERN

ELSE JAHN

Forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn i. Schönbrunn

(Siehe Tafel XVIII)

Nach verschiedenen Schnittuntersuchungen werden die Einschlußkörper, darunter auch die Kernpolyeder, als Proteinkörper aufgefaßt, die eine größere oder geringere Anzahl von Viruspartikeln einschließen. Letztere wurden vielfach in ungeordneter Lage in den Polyedern vorgefunden und nach verschiedenen neueren Arbeiten schienen auch Zonen, wie z. B. Zentralsubstanz und Mantelzonen, wie sie bereits von älteren Autoren nach mikroskopischen Präparaten beschrieben wurden, den Polyedern zu fehlen. Nach Untersuchungen, wie dies schon die Arbeit Jahn 1958 zeigt, dürfte dies jedoch nur ein Zustand, wenn vielleicht auch ein sehr häufiger sein, in welchem Polyeder aufscheinen können<sup>1</sup> (s. Abb. 1a).

Ein Übersichtsbild eines Schnittes<sup>2</sup> von in wässriger Lösung gehaltenen Seiden-spinnerpolyedern, zeigt bereits verschiedene solcher Zustände an. Neben Polyedern, die einheitlich erscheinen und in denen Viruspartikeln bis zum Rand diese Körper auszufüllen scheinen, zeigen sich zahlreiche Fragmente von Polyedern mit anscheinenden Ausbildungen von Randzonen, in denen Viruspartikeln nur spärlich aufscheinen und fehlen. Ferner ein Polyeder, den eine verdichtete breite Zone zu durchziehen scheint (s. Abb. 2b)<sup>3</sup>. Vergrößerungen solcher Dünnschnitte bestätigen auch das Vorhandensein einer solchen Randzone (s. Abb. 1b). Bereits 1958 wurde eine Aufnahme eines Polyederschnittes veröffentlicht, die eine Abspaltung einer solchen Randzone zeigt, wobei weitere radial verlaufende Spaltungslinien in der abgespaltenen Zone sich zeigen (s. Abb. 1c). Diese Aufnahme soll zum Bild eines nicht durchdringbaren Polyeders aus wässriger Lösung führen, dessen gesamter Mantel sich ab- und aufzuspalten scheint, was zu bandförmigen bakterienartigen Bildungen führt<sup>4</sup> (s. Abb. 1d).

Bezüglich Anordnung von Viruspartikeln lassen sich neben z. B. parallelen Anordnungen, wie sie auch schon 1958 beschrieben wurden, auch solche erkennen, die eventuell zur Abgrenzung dieser beschriebenen Bildungen in bestimmten Lagen angeordnet zu sein scheinen (s. Abb. 2a). Ob diese zu eventuellen Spaltungsprozessen in Beziehungen stehen, mag dahin gestellt sein, eventuell ergäbe die von verschiedenen Autoren festgestellte Zerfallsmöglichkeit der Viruspartikeln in Untereinheiten die Vorbedingung dazu.

Interessant erscheint auch der schon gekennzeichnete Polyeder, der von einer dichteren Masse bandartig durchzogen scheint. Eine vergrößerte Aufnahme läßt Viruspartikeln nur an wenigen Stellen in den nicht verdichteten Zonen aufscheinen, während an der verdichteten Zone sie in größeren Mengen sich zu lösen scheinen (s. Abb. 2b).

<sup>1</sup> Zu den vorliegenden Untersuchungen wurden nur Kernpolyeder herangezogen. Cytoplasmatische Polyeder wurden nicht untersucht.

<sup>2</sup> Die Präparation des Schnittmaterials erfolgte durch Frl. N. Pfeifer — durch Fixierung der in wässriger Lösung gehaltenen Polyeder in 2% Osmiumsäure und Einbettung in eine Mischung von 5 Teilen Methylmethacrylat und 95 Teilen Butylmethacrylat. — Das Schneiden erfolgte mittels Glasmesser.

<sup>3</sup> Diese Zone ist gegen den Rand des Polyeders zu gelegen, am gegenüberliegenden Rand übrigens eine solche ganz schmale Zone; so daß sich die anscheinende Verdichtung nicht durch eine größere Dicke des Schnittes an der betreffenden Stelle erklären läßt.

<sup>4</sup> Die Spaltbarkeit von Eiweißkörpern bedingt durch Quellung und Entquellung ist schon lange bekannt.

Es hat damit den Anschein, als ob es sich bei der verdichteten Zone um angehäuften Nucleoproteide handeln würde. Verschiedene Dünnschnitte scheinen auch frei von Viruspartikeln zu sein (s. Abb. 2c). Entweder handelt es sich dabei um Schnitte durch Mantelzonen, oder es liegen die die Viren aufbauenden Stoffe, vor allem die Nucleoproteide der Viren im Polyederprotein, nicht im korpuskelartigen Zustand vor.

Diese verschiedenen Ausbildungsformen, in welchen Kernpolyeder aus wässrigen Lösungen vorgefunden wurden, dürften zunächst darauf hinweisen, daß ein solcher Einschlößkörper kein endgültiger Zustand, sondern eine dem Geschehen im erkrankten Organismus angepaßte Bildung sein dürfte.

Trifft es zu, daß die Viren nicht immer als fertige Korpuskeln, in diesem Fall als Stäbchen, wie es aus den letzteren Abbildungen hervorgeht, in den Polyedern enthalten sind, so läßt sich auch die Entstehung der Polyeder in Form von einer Art Kristallisation um die Viruspartikel als Ausgangspunkt für solche Polyeder nicht gut zur Erklärung heranziehen<sup>5</sup>. Bergold 1958<sup>6</sup> weist darauf hin, daß das parakristalline Muster des Polyederprotein nicht im mindesten in seiner Anordnung von den darin enthaltenen Viruspartikeln gestört wird<sup>7</sup>. Würde es zutreffen, daß die Viren nicht immer als fertige Formen im Polyeder vorliegen, so müßte dies in diesem Fall auch für die Zeit der Ausbildung der Polyeder zutreffen, d. h., daß die Nucleoproteide der Viren in solchen Fällen zu diesem Zeitpunkt nicht als fertige Partikel vorhanden sind. Die geordnete Lagerung der Viruspartikel in manchen Fällen, das anscheinende Auftreten von Spaltungsprozessen, bei welchen Viruspartikeln eine Rolle zu spielen scheinen, scheint jedenfalls auf eine Wechselwirkung zwischen Viren und dem jeweiligen Zustand der Polyeder hinzuweisen, wobei die Viren die das Polyedergeschehen steuernden Faktoren sein dürften.

#### LITERATUR

- BIRD, F. T., 1959. Polyedrosis and Granulosis Viruses causing single and double Infections in the Spruce Budworm, *Choristoneura fumiferana*. *Journal of Insect Pathology*, 1, 406—430. — BERGOLD, G., 1958. Viruses of Insects. *Handbuch der Virusforschung*, 4, 60—127. — JAHN, E., 1958. Geregelte Anordnung von Polyederviren in Insektenpolyedern im Zusammenhang mit deren Umbildung zu bandförmigen Formen. *Anzeiger f. Schädlingskunde*, XXXI, 1, 1—4. — SMITH, K. M., 1951. The polyhedral diseases of insects. *Endeavour* 10, 40, 194—199.

#### DISKUSSION

- S. GERSHENSON: According to my experience with polyhedra it seems to me that Dr. Jahn's pictures show mostly artefacts and in some cases bacteria. However, I agree with her, that sometimes polyhedra are formed which contain no virus particles.
- J. M. FRANZ: Ich stimme der Bemerkung von Prof. Gershenson voll zu, daß die Qualität der gezeigten elektronenmikroskopischen Bilder leider nicht ausreicht, um die vorgetragenen Hypothesen über die innere Struktur und den Zerfall der Polyeder zu sichern. Viele der gezeigten angeblichen Abspaltungen oder Verdichtungen waren zweifellos Bakterien, Schmutz bzw. verursacht durch ungleichmäßige Schnittdicke.
- E. JAHN: An zahlreichen weiteren Bildern wird nachgewiesen, daß man wohl über die Natur der festgestellten Zustände der Polyeder verschiedener Meinung sein kann, daß es sich dabei jedoch niemals um Artefakte handelt. Dies, ebensowie Beimengungen, schließen z. B. auch die festgestellten Übergänge von Polyedern ohne Randzonen, zu solchen mit Randzonen, beginnender Abspaltung der Randzonen bis vollständiger Abspaltung derselben aus. Weiters dürfte auch die Art des Verfahrens kaum Anlaß zur Artefaktbildung geben.

<sup>5</sup> Bird 1959 stellte bei Polyedern mit Viruspartikeln die Umhüllung der Partikel mit Polyederprotein fest.

<sup>6</sup> Nach Untersuchungen Morgan et al. 1955, 56; Bergold 1957.

<sup>7</sup> Smith 1951 weist übrigens darauf hin, daß aus Polyedern der Kleidermotte *Tineola biselliella* keine Viruspartikeln erhalten werden konnten, obgleich die Polyeder überaus ansteckend waren.

# PATHOGENICITY OF WESTERN X-DISEASE VIRUS OF STONE FRUITS TO ITS LEAFHOPPER VECTOR, *COLLADONUS MONTANUS* (Van Duzee)

D. D. JENSEN

University of California, Berkeley, California

As the relationships between plant viruses and their insect vectors are gradually discovered, the emerging picture is proving to be infinitely more complex than was suspected a few years ago.

At one time the vectors were considered merely "flying needles" contaminated with virus. Now several viruses are known to multiply in their vectors. This has been demonstrated, for example, by serial passage of virus through several generations of leafhopper vectors (Maramorosch, 1952; Black and Brakke, 1952) and more recently for potato leaf roll virus in the aphid, *Myzus persicae* (Sulz.) (Stegwee and Ponsen, 1958).

Several viruses are transmitted through the eggs of infected leafhopper vectors to a high percentage of the progeny. Notable are the viruses causing rice dwarf (Fukushi, 1939), clover club-leaf (Black, 1950), and striate mosaic of wheat (Slykhuis and Watson, 1958).

Evidence that viruses may also be pathogenic to their insect vectors has appeared only very recently. Littau and Maramorosch (1956) found that aster yellows virus increased the number of stellate nuclei in the fat body of *Macrostelus fascifrons* (Stal). However, it is not yet known if the virus is harmful to the vector. In 1957 Yoshii and Kiso reported a reduction in oxygen consumption and phosphorus in viruliferous *Geisha distinctissima* Wal., the vector of orange dwarf virus.

Definite evidence that a plant virus can also kill its insect vector was reported by Jensen (1958; 1959). Western X-disease virus of stone fruits was found to cause the premature death of the leafhopper vector *Colladonus montanus* (Van Duzee). Additional experiments have confirmed and extended the earlier results. Celery, a herbaceous host of the virus, was used as the virus source and also as the test plant.

The incubation period of the virus in the vector is approximately 30 days. Viruliferous individuals survive for an average of 21 days beyond the incubation period and then die. There is also some evidence that the virus may cause the death of some individuals before the completion of the incubation period. Non-viruliferous individuals survive for an average of 40 days longer than those with virus.

Experiments carried out in 1959 indicate that Western X-disease virus is also pathogenic to the leafhopper vector's reproductive system as well as reducing adult longevity. Young nymphs from a virus-free stock were divided into 3 equal groups. One group was held on healthy celery as a control and the other two groups were caged for 7 and 32 days respectively on diseased celery. When oviposition began, 30 females from each group were caged singly on celery plants and transferred weekly. The eggs deposited in the leaf tissue during the preceding week were counted when each female was transferred. The oviposition records cover a period of 4 weeks.

The experiments indicate that complete sterility was induced in approximately 30 per cent of the females that fed upon the virus diseased celery. Another 30 per cent laid 5 eggs or less per female. Only 2 of 30 healthy control females failed to lay any eggs. The mean number of eggs laid by each of 30 females after feeding for 32 days on a virus infected plant was 4. Thirty females from the same stock, after 7 days on a virus source, averaged 6 eggs per female. In contrast, 30 control females each averaged 21 eggs

during a 4 week period. Mean longevity, on the test plants, of the females that fed 32 and 7 days on virus infected plants was 19.6 and 25.5 days respectively. Mean longevity of the healthy control insects was 62.2 days.

Watson and Sinha (1959) reported that wheat striate mosaic virus reduced the progeny by 40 per cent in infected females that fed on diseased plants as nymphs. This was due to mortality of embryos in the egg and presumably not to a reduction in the number of eggs laid. This virus is apparently pathogenic to the embryo.

#### LITERATURE CITED

- BLACK, L. M. (1950). A plant virus that multiplies in its insect vector. *Nature* 166: 852—853. — BLACK, L. M. and M. K. BRAKKE (1952). Multiplication of woundtumor virus in an insect vector. *Phytopathology* 42: 269—273. — FUKUSHI, T. (1939). Retention of virus by its insect vectors through several generations. *Proc. Imp. Acad. (Tokyo)* 15: 142—145. — JENSEN, D. D. (1958). Reduction in longevity of leafhoppers carrying peach yellow leaf roll virus. *Phytopathology* 48: 394. — JENSEN, D. D. (1959). A plant virus lethal to its insect vector. *Virology* 8: 164—175. — LITTAU, V. C. and K. MARAMOROSCH (1956). Cytological effects of aster-yellows virus on its insect vector. *Virology* 2: 128—130. — MARAMOROSCH, K. (1952). Direct evidence for the multiplication of aster-yellows virus in its insect vector. *Phytopathology* 42: 59—64. — SLYKHUIS, J. T. and M. A. WATSON (1958). The transmission of a virus disease of cereals resembling wheat striate mosaic by *Delphacodes pellucida* Fab. *Ann. Appl. Biol.* 46: 542—553. — STEGWEE, D. and M. B. PONSEN (1958). Multiplication of potato leafroll virus in the aphid *Myzus persicae* (Sulz). *Ent. exp. and appl.* 1: 291—300. — WATSON, M. A. and R. C. SINHA (1959). Studies on the transmission of European wheat striate mosaic virus by *Delphacodes pellucida* Fabricius. *Virology* 8: 139—163. — YOSHII, H. and A. KISO (1957). Studies on the nature of insecttransmission in plant viruses (II). Some researches on the unhealthy metabolism in the viruliferous plant hopper, *Geisha distinctissima* Wal., which is the insect vector of the dwarf disease of Satsuma orange. *Virus (Osaka)* 7: 315—320.

#### DISCUSSION

K. SMITH: Have you found any cytological evidence of the effect of the virus on the insect?

D. JENSEN: No, we have not yet made any cytological investigations; we are hoping to do this soon.

## INTERACTION OF VIRUS AND INSECT PARASITES OF PIERIS RAPAE L.

J. M. KELSEY

Entomology Div., Dept. Scientific & Industrial Research, Christchurch, New Zealand

#### Introduction

On the basis of observations over the past fourteen years it is apparent that in the Canterbury districts in New Zealand, *Pieris rapae* L. and its three parasites, *Apanteles glomeratus* L., *Pteromalus puparum* L. and a granulosus virus, have reached a state of equilibrium in that it is rarely necessary to apply insecticides to control the butterfly under farm crop conditions. In home gardens, however, insecticides are still necessary to secure undamaged cabbages etc. It is to home garden plots that the following remarks apply; a decision that was really forced on the writer by the fact that recovery of insect material from farm crops was extremely poor, whereas fully fed *Pieris* larvae in home gardens usually moved out of the crop to pupate on paling or other fences, buildings etc., and a reasonably good recovery of material was possible.

*Pieris rapae* in Canterbury has three main generations; the bulk of eggs being laid from December—January, February—March, and April—May. There are, however, larvae, pupae and adults present every month of the year in small numbers.



### Objects of Tests

1. To determine whether the state of equilibrium between host and parasites could be broken by introduction of the virus at an earlier stage than occurs naturally.
2. To find what effects the virus would have on the insect parasites if introduced at hatching of the first butterfly eggs.

### Technique

Figures in this paper are derived from collections of *P. rapae* prepupae, chrysalids, virus-killed larvae and *Apanteles* cocoon clusters made monthly from January to April at times when the majority of *Pieris* populations were in the above stages. This material was retained in the laboratory till emergence of butterflies or parasites was imminent, at which time they were returned to the appropriate gardens to emerge on the site and continue the infestation. This practice was found to be necessary as emerged material when transported from the laboratory almost invariably flew out of the liberation sites, whereas material emerging actually at the site usually remained there for some time. The difficulty of securing accurate recovery of insect material is illustrated in Table I which compares material collected on the crop itself and outside the crop with the numbers of larvae originally present four days previously in 5 home gardens with paling or corrugated iron boundaries. Case 6 is from a 3-acre field crop with a gorse hedge on one boundary and steel standard and wire fences on the remaining boundaries.

Table I  
Comparison of material collected in- and out-side the crop

Case No.	No. <i>Pieris</i> larvae originally present	<i>Pieris</i> and parasite-affected stages 4 days later (in the crop)		<i>Pieris</i> and parasite material on fences, walls, etc. at same date	
		No. collected	% of original population	No. collected	% of original population
1	307	63	20.55	201	65.4
2	263	75	28.5	154	58.5
3	1071	127	11.8	834	77.8
4	155	44	28.3	91	58.5
5	641	139	21.6	362	56.5
6	833	216	25.9	47	5.6

It can be seen from this table that less than 30% of material is recovered by collecting only within the host plant crop, and nearly treble this when collecting on adjacent fences, buildings, etc. in home gardens with fences providing suitable pupation sites. Under farm conditions where suitable pupation sites were not present near the crop, the recovery of material both within and outside the crop totalled approximately 30%. The balance of the original populations is normally accounted for by birds (mainly sparrows and starlings) and native carabids.

Because of the impossibility of confining fully fed *Pieris* larvae on plots it was necessary to use different gardens for natural incidence and for sprayed tests, though attempts were made to select gardens within short distances of one another. The numbers of cabbages per garden varied from 24—72; all gardens were in the Ashburton Borough, and eight were under test in 1957, and ten in each of the years 1958 and 1959. Four of

these gardens in 1957 and five in each of the succeeding years were sprayed with freshly prepared virus suspensions in water. The virus suspension was prepared by macerating 750 infected last instar *P. rapae* larvae in 150 cc. of water, and 5 cc. of this concentrate was used in each gallon of water. One half gallon of virus spray was used per 12 plants in each of the 14 sprayed gardens and a single spraying was carried out to both upper and lower leaf surfaces during mid-January each year. Cabbages ranged from half to fully grown at time of spraying. Gardens not receiving virus sprays were treated with  $\frac{1}{2}$  gallon of water per 12 plants. Reinfestation of gardens could take place at any time from outside the test gardens themselves, and since different gardens were used each year it cannot be assumed that infestation figures for one year are a reflection of what happened in the previous year's tests.

### Results

Data from collected material is set out in Tables IIa and IIb for natural infestations and in Tables IIIa and IIIb for virus-sprayed plots.

**Table IIa**  
Natural parasitism in unsprayed gardens

Garden No.	1957				1958				1959			
	<i>Pieris</i>	<i>Apant.</i>	<i>Pter.</i>	Virus	<i>Pieris</i>	<i>Apant.</i>	<i>Pter.</i>	Virus	<i>Pieris</i>	<i>Apant.</i>	<i>Pter.</i>	Virus
1 Jan.	167	91	207	128	42	169	4	35	90	103	111	56
Feb.	3	308	10	363	0	87	0	40	23	184	22	67
Mar.	1	23	0	181	3	11	2	87	3	2	0	16
Apr.	76	17	44	509	14	54	22	134	1	9	3	77
2 Jan.	122	154	63	103	19	159	0	18	106	54	73	63
Feb.	14	411	8	444	5	91	1	7	12	111	15	74
Mar.	1	51	2	178	1	6	0	107	11	0	2	10
Apr.	55	5	69	618	18	18	6	104	1	17	6	54
3 Jan.	88	101	110	74	26	106	24	31	77	124	201	20
Feb.	15	434	8	114	0	52	1	36	17	141	6	30
Mar.	7	34	1	164	8	8	0	121	11	0	0	47
Apr.	32	6	95	181	34	28	11	171	2	4	0	103
4 Jan.	149	170	76	112	25	133	13	43	65	82	104	17
Feb.	0	408	13	88	0	123	0	25	58	213	11	25
Mar.	7	38	0	195	2	5	0	45	11	1	0	40
Apr.	84	9	63	321	27	16	2	155	0	19	0	113
5 Jan.					45	217	30	14	62	55	129	115
Feb.					0	79	0	60	51	244	7	100
Mar.					1	7	0	91	4	2	0	43
Apr.					17	30	7	140	0	16	1	92

ELSE JAHN: Neuere Feststellungen zur Natur von Insektenpolyedern

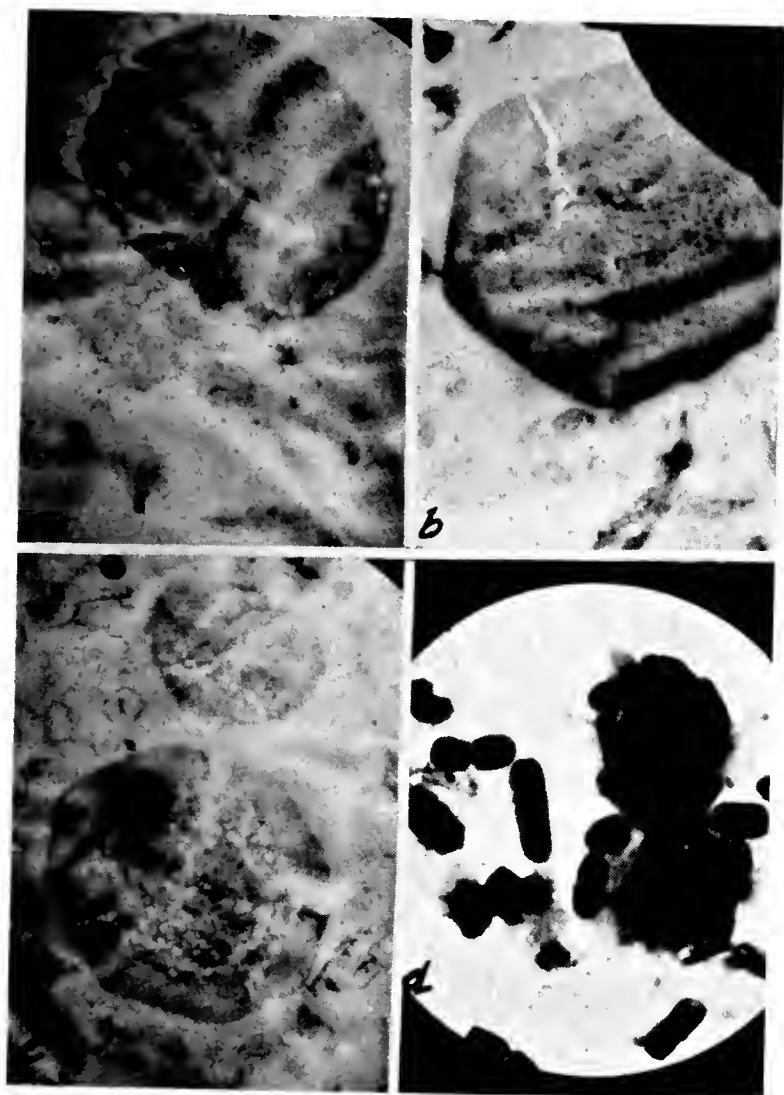


Abb. 1.

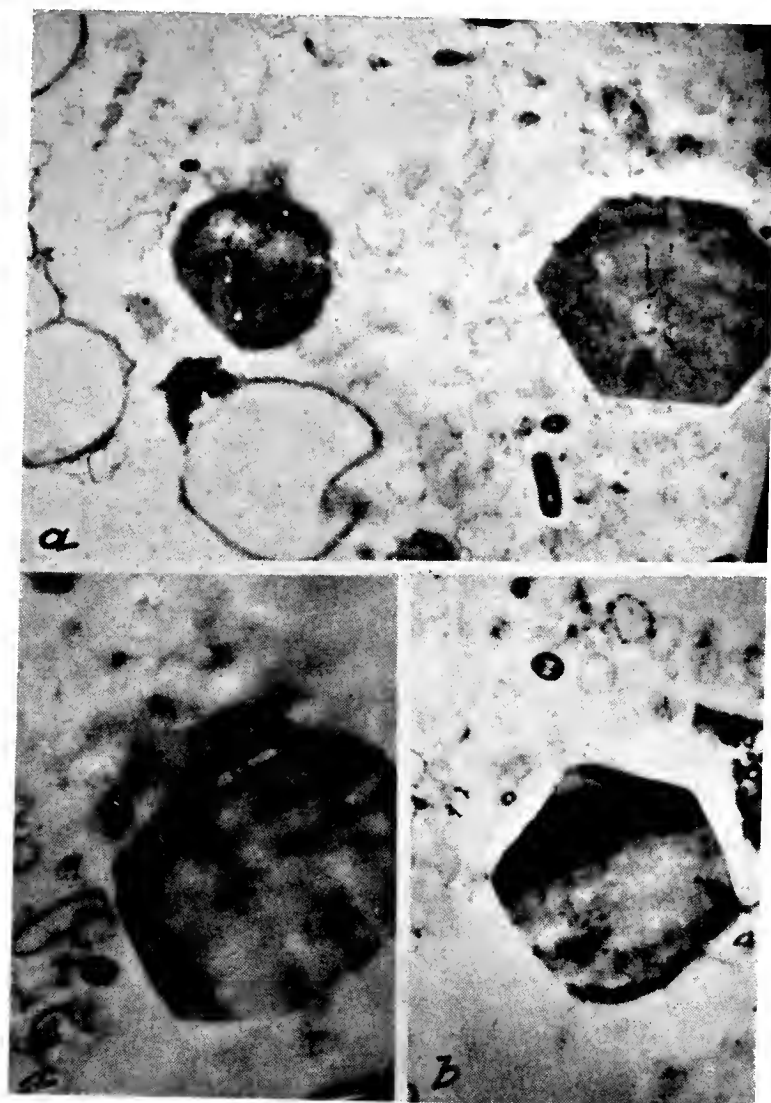


Abb. 2.

Abb. 1. a = Polyeder ohne Randzone (Schnitt); b = Polyeder mit Randzone (Schnitt); c = Polyeder mit beginnender sich ablösender Randzone (Schnitt); d = Polyeder mit sich ablösender Mantelzone (aus wässriger Lösung).

Abbildungsmaßstab: a = 9800 : 1; b = 9800 : 1; c = 7300 : 1; d = 5500 : 1.

Abb. 2. a = Polyeder mit geordneten Viruspartikeln (Schnitt); b = Polyeder mit verdichteten Zonen (Schnitt); c = Polyeder ohne Viruspartikel (Schnitt).

Abbildungsmaßstab: a = 6400 : 1; b = 6400 : 1; c = 5000 : 1.





**Table IIb**  
Average percentage parasitism in unsprayed gardens

	<i>Pieris</i>	<i>Apanteles</i>	<i>Pteromalus</i>	Virus	Total <i>P. rapae</i> population
1957 January	27.5	26.9	23.8	21.8	1915
February	1.2	59.1	1.5	38.2	2641
March	1.8	16.6	0.3	81.3	883
April	11.3	1.7	12.4	74.6	2184
(4 gardens)					
1958 January	13.6	68.0	6.2	12.2	1153
February	0.9	71.1	0.3	27.7	607
March	3.0	7.3	0.2	89.5	505
April	10.9	14.5	4.8	69.8	1008
(5 gardens)					
1959 January	23.4	24.5	36.2	15.9	1707
February	11.4	63.3	4.3	21.0	1411
March	19.8	2.5	0.9	76.8	203
April	0.7	12.6	2.0	84.7	518
(5 gardens)					

### Discussion on Tables IIa and IIb

From Table IIb it can be seen that in unsprayed gardens January butterfly and *Pteromalus* populations were always higher than during any of the remaining three months, and *Apanteles* populations were highest during February. On the other hand, virus infestations commenced at a low figure which tended to rise sharply by March to dominate the situation in each of the three years of test. *Apanteles* had a distinct advantage over *Pteromalus* (the pupal parasite) in that by the time the latter was ovipositing, *Apanteles* was in the pupal stage, and adults of the next generation (February) had parasitised most *Pieris* larvae before the latter reached the late prepupal and early pupal stages in which *Pteromalus* could lay eggs. This fact accounted for the February preponderance of *Apanteles*, and in absence of the virus it is probable that *Apanteles* would continue to dominate the parasite field. However, the presence of the virus in most crops from March to May shifts the emphasis from *Apanteles* to the virus, and if it were not for the annual nature of the crop and the virtual absence of *Pieris* during winter months it is possible that almost complete elimination of *Pieris*, *Apanteles* and *Pteromalus* would occur. However, the onset of winter and loss of the current cruciferous crop means that the virus is reduced to presence in the soil, and it is only by splashing of rain and brushing of leaves of the next crop that the virus can be transferred from the soil to lower leaves, and then slowly to the upper leaves by movement of infected caterpillars, rain splash, and droppings of birds feeding on infected *Pieris* larvae. If the above findings occur throughout all such *Pieris*-parasite complexes the effect of the virus is to reduce the host and insect parasite numbers to a low level each autumn and winter so that populations of host and parasites commence the next year with equal chances of survival. In the 14 unsprayed gardens there were 7 instances in the 3 years where 100% total parasitism occurred, and 49 instances in which total parasitism was less than 100%.

Table IIIa  
Parasitism in virus-sprayed gardens

Garden No.	1957				1958				1959			
	<i>Pieris</i>	<i>Apant.</i>	<i>Pter.</i>	Virus	<i>Pieris</i>	<i>Apant.</i>	<i>Pter.</i>	Virus	<i>Pieris</i>	<i>Apant.</i>	<i>Pter.</i>	Virus
1 Jan.	0	0	0	207	0	17	2	547	0	0	0	209
	Feb.	2	2	0	26	0	1	0	3	0	0	19
	Mar.	1	0	0	28	0	0	0	4	0	0	2
	Apr.	0	0	1	9	0	0	0	6	0	0	15
2 Jan.	0	0	0	183	0	39	2	561	0	3	0	123
	Feb.	0	2	0	11	0	0	0	2	0	0	55
	Mar.	1	1	0	16	0	0	0	4	0	0	0
	Apr.	0	0	0	12	0	0	0	4	0	0	7
3 Jan.	0	0	0	96	0	28	3	708	0	8	0	137
	Feb.	5	3	1	38	0	1	0	10	0	0	1
	Mar.	0	0	0	32	0	1	0	1	0	0	3
	Apr.	0	0	0	14	0	0	0	6	0	0	13
4 Jan.	0	0	0	280	0	22	0	96	0	0	0	68
	Feb.	1	0	0	120	0	0	0	1	0	4	1
	Mar.	0	1	0	5	0	0	0	2	0	0	7
	Apr.	0	1	0	2	0	0	0	5	0	1	7
5 Jan.					0	19	3	356	0	1	0	122
	Feb.				0	0	0	1	0	0	0	41
	Mar.				0	0	0	2	0	1	0	0
	Apr.				0	0	0	6	0	0	0	5

Discussion on Tables IIIa and IIIb

Table IIIb shows that the artificial conditions, caused by introduction of a virus spray early in the first *Pieris* generation, completely altered the host-insect-parasite relationship by reducing insect parasitism sharply, but did not materially affect the overall relationship of host to total parasite complex. The change was reflected in a marked virus dominance each month in each of the three years, rather than in any major increase in total parasitism. In effect, early introduction of the virus brought about (for the whole active period), the situation that existed under natural conditions during March and April. A point worth noting was that wherever virus sprays were applied to nearly mature or slow-growing cabbages (all gardens in 1957 and 2 of the 5 in 1959), 100% control of *Pieris* larvae was achieved by the virus, but on young cabbages in which central leaves were still being replaced by new leaves after spraying, not all larvae feeding in centres of plants became virus-infected. The same thing happened in later months when hearts of mature cabbages commenced to split to expose unsprayed leaves.

In the 14 virus-sprayed gardens there were 51 instances in the 3 years where 100% total parasitism occurred and only 5 where total parasitism was less than 100%.

Table IIIb  
Average percentage parasitism in virus-sprayed gardens

	<i>Pieris</i>	<i>Apanteles</i>	<i>Pteromalus</i>	Virus	Total <i>P. rapae</i> population
1957 January	0	0	0	100	766
February	4.0	3.1	0.4	92.5	211
March	2.5	2.6	0	94.9	85
April	0	2.6	2.8	94.6	39
(4 gardens)					
1958 January	0	5.2	0.4	94.4	2403
February	0	12.5	0	87.5	19
March	0	7.6	0	92.4	14
April	0	0	0	100	27
(5 gardens)					
1959 January	0	1.8	0	98.2	671
February	0	0	3.4	96.6	121
March	0	5.4	0	94.6	13
April	0	2.8	0	97.2	48
(5 gardens)					

The reduction of *Apanteles* and *Pteromalus* parasitism was due to introduction of the virus at hatching of *Pieris* eggs. *Apanteles* normally oviposits in the first three instars of *Pieris* larvae, and *Pteromalus* not till late prepupal or pupal stages are reached, and it was rarely that *Pieris* larvae were able to reach the end of the third instar before being killed by the virus. Since *Apanteles* larvae usually emerged from 4th and 5th instar *Pieris*, it was only occasionally that *Apanteles* cocoons were produced, and then in very small numbers.

Dissection of 100 virus-infected *Pieris* larvae in each of the 3rd, 4th and 5th instars showed that *Apanteles glomeratus* larvae were not themselves directly affected by the virus, nor did virus-affected *Pieris* larvae always die before *Apanteles* larvae matured, emerged and spun cocoons to finally produce apparently normal adults. However, when *Pieris* larvae were killed by virus before *Apanteles* larvae were fully fed, the insect parasites died, presumably of starvation, though some were still alive up to 18 hours after death of *Pieris* larvae. Fifty adults from *Apanteles* larvae which emerged from 10 virus-infected *Pieris* caterpillars did not transmit virus to healthy caterpillars when ovipositing. Under laboratory conditions *Apanteles* would not oviposit in live, virus-infected caterpillars showing slight discolouration, unless competition from other *Apanteles* was present, or until the sixth day after parasite emergence when kept singly. Seven of ten *Apanteles* that had oviposited in virusinfected caterpillars in the laboratory were able to transmit virus to healthy *Pieris* larvae. Under field conditions, however, *Apanteles* was not observed to take any interest in caterpillars showing virus discolouration, so it is doubtful if virus transmission by ovipositing *Apanteles* occurs naturally in the field.

*Pteromalus puparum* had no effective answer to early parasitism of *Pieris* larvae by *Apanteles*, as all three insects are trivalent, and since *Pteromalus* was never observed in

the field to oviposit in virus-infected late prepupae, the numbers of *Pieris* pupae left by *Apanteles* and the virus were relatively few from end of January onwards. Occasionally, virus-infected larvae were able to pupate, and though *Pteromalus* sometimes oviposited in these, the *Pteromalus* larvae did not survive.

It will be noted that virus treatment resulted in a sharp reduction in total numbers of *Pieris* larvae compared with those in unsprayed gardens. The virus seriously affected insect parasites, particularly *Apanteles*, during the first two months each year.

### General Discussion

The writer realises the shortcomings in the above work, but feels that there is strong evidence to show that when host and parasites are in a state of equilibrium, considerable advantage may arise by upsetting this natural balance by introduction of the dominant parasite (in this case the virus) at an earlier stage than occurs naturally. In this instance at least, there are indications that severe interference with other parasites would occur. In this particular series of tests the virus-sprayed cabbages were of excellent quality, whereas those in unsprayed gardens were destroyed by *Pieris* larvae. The tests do not prove the point, but it is considered that there is evidence to show that if large scale field trials were undertaken, or if the work was carried out under conditions where reinfestation from outside the experimental area was impossible, the virus would come close to extermination of both host and insect parasites.

### DISCUSSION

E. WATERS: Did the application of virus affect the parasite population disproportionately—that is, was the parasite—host ratio reduced significantly?

J. M. KELSEY: Application of the virus spray had a highly significant effect on the host insect. It also had a highly significant effect on the insect parasites.

## CHEMISCHE STOFFE (subletale Insektiziddosen) ALS ERREGER VON VIRUSKRANKHEITEN BEI EINIGEN INSEKTEN

ŽELJKO KOVAČEVIĆ

Institut für landwirtschaftliche Zoologie, Landwirtschaftliche Fakultät, Zagreb

Die Bekämpfung der Schädlinge in den Wäldern und noch mehr an verschiedenen Kulturpflanzen führt man schon lange und besonders in neuester Zeit mit den verschiedensten chemischen Mitteln oder Insektiziden durch. Aber gerade in neuester Zeit zeigten sich bei der Bekämpfung schädlicher Insekten mit DDT, HCH, Lindane und gewissen Phosphorsäureestern Resistenzerscheinungen, die natürlich vorhanden oder auch durch die Insektizide hervorgerufen sein könnten. Dichthaarige Schmetterlingsraupen sind in jüngeren Stadien weit empfindlicher als die älteren oder vollentwickelten, was heute eine im Pflanzen- und Forstschutz bekannte Tatsache ist.

Obwohl bei der Anwendung von Kontaktinsektiziden, z. B. DDT und Lindane, die älteren Raupen vom Schwammspinner (*Lymantria dispar* L.) in größerer Zahl am Leben bleiben, findet man im nächsten Jahr in behandelten Wäldern oder Obstgärten fast keine Raupen. Ganz ähnliche Erscheinungen haben wir auch beim amerikanischen Webepären (*Hyphantria cunea* Drury) und beim Ringelspinner (*Malacosoma neustria* L.) beobachtet. Aber der Goldafter (*Euproctis chrysorrhoea* L.) hat sich in dieser Richtung als sehr widerstandsfähig gezeigt. Gegen



diesen Schädling müßte man die Bekämpfung schon Ende Juli, Anfang August oder im Frühjahr zur Zeit der Knospenöffnung durchführen, sonst wird beinahe kein Erfolg erreicht. Beim Goldafter konnten wir bis jetzt keine durch Insektizide bedingte Nachwirkung bei den am Leben gebliebenen Raupen in Richtung des Ausbruches von Krankheiten bestätigen. Diese wurden von anderen Resistenzfaktoren stimuliert oder aktiviert. Beim Schwammspinner, Ringelspinner und beim Webebären wurden bei zeitgerecht ausgeführter Bekämpfung gute Resultate erzielt, aber auch Raupen der letzten Stadien haben sehr wenig oder gar keine Schmetterlinge ergeben.

Die Untersuchungen solcher Resultate haben gezeigt, daß sich in einer Population älterer Raupen in verschiedener Zahl resistente oder konstitutionell gesunde und physiologisch geschwächte oder degenerierte Individuen befinden. Bei der Behandlung der schädlichen Insekten mit Kontaktinsektiziden kommt noch eine besonders wichtige, genetisch bedingte Tatsache in Betracht. Insektenarten, die eine Neigung für Infektionen von pathogenen Mikroorganismen, besonders Virose, Bakteriosen oder Sporen-erkrankungen, besitzen, sind gegen Kontaktinsektizide sehr empfindlich. Larven jüngerer Stadien und physiologisch erschwächte Individuen sterben auch bei Berührung mit niederen Konzentrationen des betreffenden Insektizides. Resistente und physiologisch gesunde Individuen bleiben am Leben, werden aber durch Wirkung der Insektizide erschwächt und zeigen nachträglich den Ausbruch von spezifischen, durch Mikroorganismen verursachte Erkrankungen. Solche Nachwirkungen von in niedrigen Dosierungen oder nichtsachgemäß eingebrachten Insektiziden bei Vernebelungen oder Bespritzungen der Wälder und Obstgärten wurde öfters bemerkt, z. B. beim Schwammspinner und Webebären, die wir als latent-virotische Arten betrachten.

Obwohl bei uns die Aviomethode mit Aerosolen von DDT 15—20% sehr erfolgreich beim Massenaufreten des Schwammspinners in Wäldern angewendet wurde und gewöhnlich zum Aufhören der Kalamität führte, wurden fast immer am Waldrand eine kleinere Zahl von überlebenden Raupen und später auch einige Eigelege gefunden. Trotzdem war im nächsten Jahr im behandelten Walde kein Schaden zu bemerken. Bei Züchtung von Raupen aus dem behandelten Walde im Insektarium, starben diese 70—90% noch im Raupen- oder Puppenstadium an Polyederkrankheit ab, 10—30% haben auch Schmetterlinge, von welchen pro Weibchen 20—150 Eier abgelegt wurden, ergeben. Aus diesen Eigelegern erhielt man höchstens 1—2% Raupen, die aber im L<sub>4</sub> oder L<sub>5</sub> Stadium an Polyederkrankheit abstarben.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß verschiedene Faktoren den physiologischen Zustand der Insekten beeinflussen und latent vorhandene Krankheitserreger stimulieren oder aktivieren können. Besonders Faktoren, die für Ernährung oder Metabolismus von Bedeutung sind, dürften auf das pathogene Geschehen von Einfluß sein. Zu solchen sogenannten Resistenzfaktoren dürfte man auch Insektizide oder gewisse andere chemische Stoffe zählen können, falls das Insekt mit diesen in subletalen Dosen in Berührung kommt.

Die Tatsache, daß nach den Vernebelungen der Wälder mit Insektiziden öfters ältere Raupen am Leben bleiben, jedoch nur wenige Schmetterlinge ergeben, welche wieder keine Nachkommenschaft hervorbringen, war von Interesse und wurde im Laboratorium überprüft. Für diese Untersuchungen haben wir zwei latent-virotische Arten, den Schwammspinner (*Lymantria dispar*) und den amerikanischen weißen Webebären (*Hyphantria cunea*) herangezogen, weil bei ihnen der Einfluß von niedrigeren oder subletalen Dosen der chemischen Stoffe bezüglich des Ausbruches von Erkrankungen besonders zum Ausdruck gekommen ist. Beim Schwammspinner ist es die spezifische Polyederkrankheit und beim Webebären die spezifische Granulose. In allen Populationen dieser Schädlinge finden sich in größerer oder kleinerer Anzahl Konkurrenz- und Degenerationstypen. Unter Einfluß der Resistenzfaktoren kann sich die Zahl der

Degenerationstypen vergrößern und auch zur 100%igen Mortalität führen, weil es sich in diesem Fall um latent-virotische Arten handelt.

Wir haben schon vor zwei Jahren gewisse Bekämpfungsversuche gegen Raupen des Schwammspinners und Webebären mit DDT-Emulsion vorgenommen und mit subletalen Dosen sehr interessante Resultate erzielt. Weil sich DDT als Insektizid gegen Raupen dieser beiden Schädlinge als sehr wirksam und anwendbar erwies, wollten wir weiters Suspensionen von DDT durchprüfen und mit Suspensionen von Lindane vergleichen. Diese Versuche konnten jedoch nur mit Raupen des Schwammspinners durchgeführt werden, da die Bevölkerungsanzahl von *Hyphantria cunea* zur Zeit der Versuche weitgehend reduziert war und darunter kaum gesundes Material zu finden war. Es werden daher nur die Resultate mit subletalen Dosen von Pantakan und Lindapin gegen die Raupen des Schwammspinners im nachstehenden angeführt.

Bei unseren Laboratoriumsversuchen wurden den Raupen nur am ersten Tag frische, begiftete Blätter verabreicht, an den weiteren Tagen wurde unbegiftete Nahrung verabfolgt. Für unsere Versuche haben wir Pantakan S-25 und Lindapin S-25 genommen.

Pantakan S-25 ist eine zu 25% ein DDT-Präparat enthaltende Suspension, und wird für praktische Bekämpfung der Schädlinge in 0,4% Konzentration angewendet. Bei unseren Versuchen erprobten wir dieses Präparat in Konzentrationen von 0,0005 bis 0,4%, wie das aus dem Graphikon I ersichtlich ist.

Bei der Konzentration 0,01—0,4% haben wir durch Wirkung des Pantakans 100%ige Mortalität der Raupen  $L_1$ — $L_4$  erreicht. Die Konzentrationen 0,01—0,005% hatten eine Mortalität durch Vergiftung mit Pantakan von 20—100% zur Folge. Nur in einem Falle bei einer Konzentration von 0,005%, sind nur 90% Raupen  $L_4$  an Polyederkrankheit eingegangen und weitere 10% haben auch Schmetterlinge ergeben, von denen 5%, und zwar Männchen, nach dem Schlüpfen gleich abstarben, wogegen die Weibchen am Leben geblieben sind. Bei anderen Versuchen wurden die Raupen, welche nicht durch das Insektizid abgetötet worden sind, nachträglich von Polyedrie oder von Bakterien befallen. Alle Raupenstadien, bei welchen Konzentrationen von 0,001 und 0,0005% angewandt worden sind, wurden in größerem Ausmaß (75—100%) von Polyedrie und in kleinerem Ausmaß von Bakterien befallen und starben ab. In einem Fall kamen 35% der Raupen an Bakteriose und 35% an Polyedrie um.

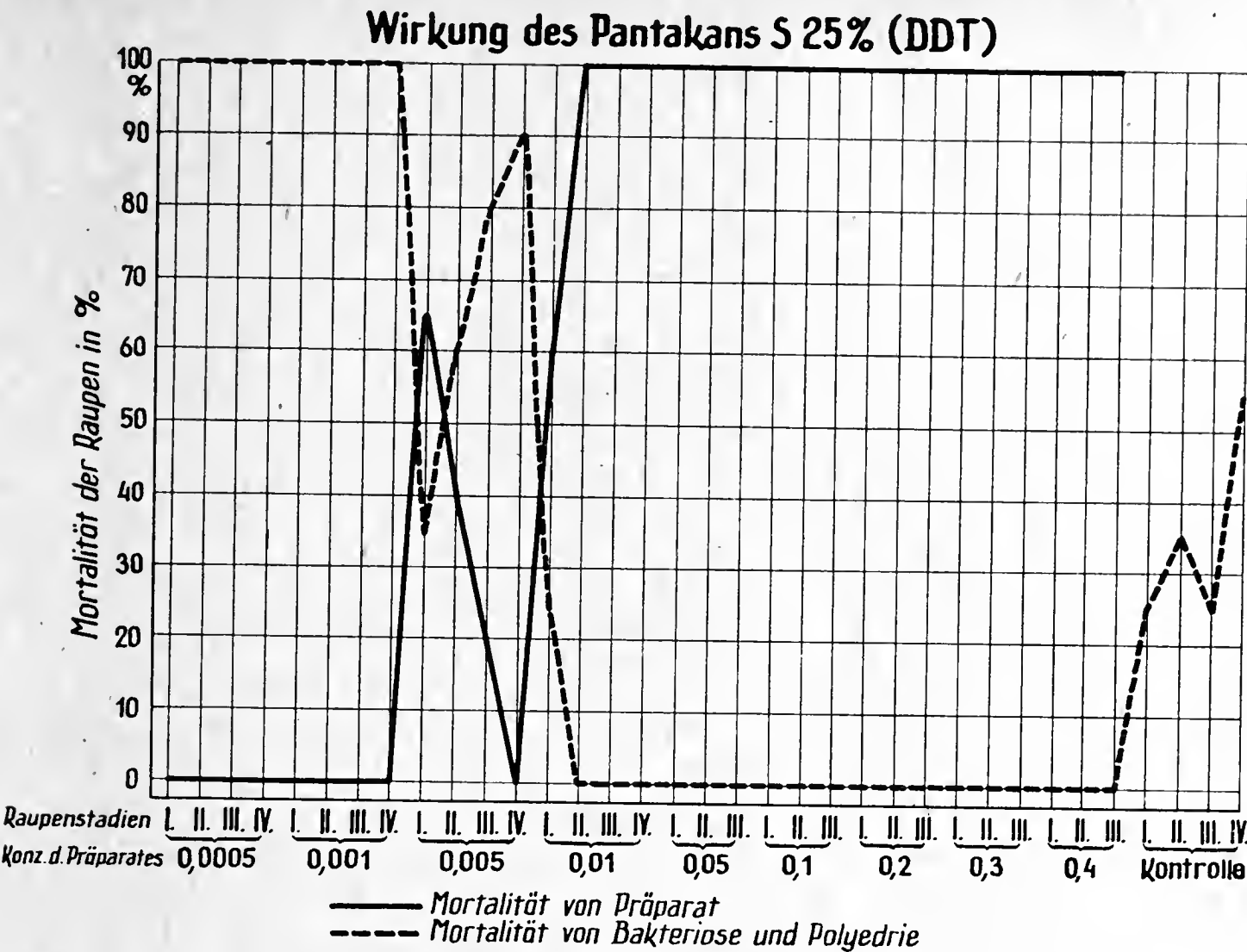
Aus diesen Resultaten mit Pantakan S-25 geht hervor, daß dieses Präparat eine starke insektizide Wirkung ausübt. In sehr niedrigen Konzentrationen und kleinen Dosen wirkt es als Aktivator von Raupenkrankheiten.

Es kann also gefolgert werden, daß DDT-Präparate in subletalen Dosen den Ausbruch von Krankheiten beim Schwammspinner stimulieren.

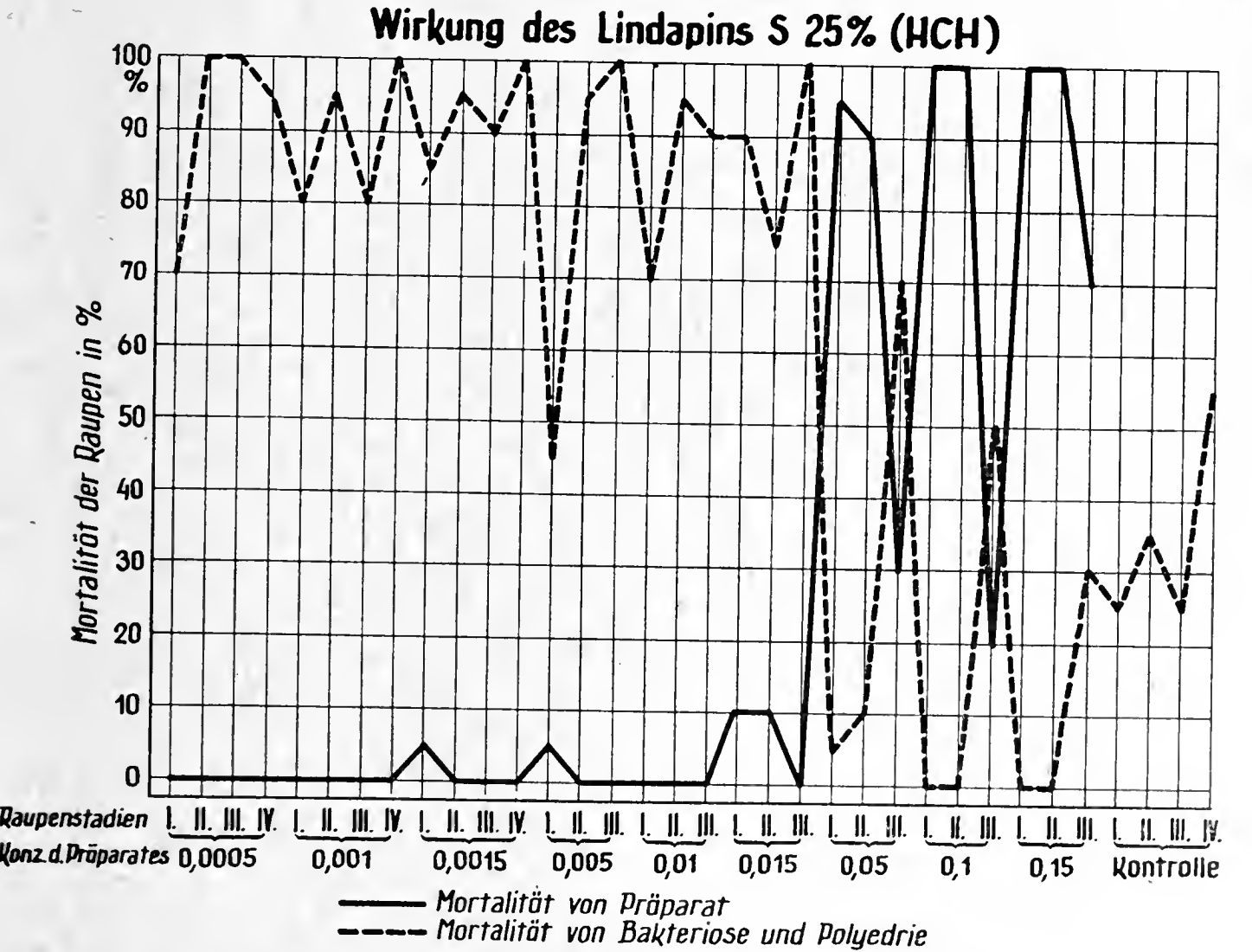
Die Resultate bei Anwendung von Lindapin S-25, welches 25% Gamma enthält, unterscheiden sich von denen mit Pantakan.

Lindapin S-25 ist ein Lindane-Präparat, dient als Suspension für die Bekämpfung von Schädlingen in Konzentrationen von 0,1%. Mit diesem Insektizid haben wir folgende Resultate erreicht:

100%ige Mortalität erreichten wir bei jüngeren Raupenstadien nur mit 0,15% und 0,1% Konzentration. Lindapin ist gegen Raupen des Schwammspinners viel weniger wirksam als DDT. Konzentrationen von 0,15 und 0,1% erwiesen sich gegen Raupenstadien  $L_3$  als zu niedrig, da bei 0,15% 30% der Raupen und bei 0,1% 50% an Polyedrie abstarben. Bei Raupenstadien  $L_1$  und  $L_2$  haben Konzentrationen von 0,05% und 0,015% 10—95% Mortalität ergeben und bei  $L_3$  Raupen wurde mit 0,05% Lindapin noch eine Mortalität von 30% erzielt; weitere 40% der Raupen und 30% der Puppen sind an Polyedrie eingegangen. Bei einer Konzentration von 0,005% starben in einem Fall



Graphikon I.



Graphikon II.

5% Raupen  $L_1$  durch Wirkung des Präparates ab, 15% durch Bakteriose und 30% durch Polyedrie, weitere 50% ergaben Schmetterlinge. Bei allen anderen Versuchen hat Lindapin keine abtötende insektizide Wirkung gezeigt, aber bei degenerierten Raupen Krankheiten stimuliert. Die Resultate sind aus dem Graphikon II ersichtlich.

In der Kontrolle verpuppten sich 45—75% der Raupen und ergaben Schmetterlinge, 25—55% erkrankten und gingen ein.

Nach den Resultaten, die mit subletalen Dosen von Pantakan-DDT und Lindapin erreicht wurden, könnte man folgende Schlüsse ziehen:

1. DDT-Präparate haben sich bei der Bekämpfung besonders von Schwammspinner-raupen bezüglich insektizider Abtötung viel wirksamer als Lindane gezeigt.
2. Nach den bisherigen Prüfungen der aktiven Substanz von DDT, HCH und Lindane verschiedener Zusammensetzung und Konzentration hat sich eine Wirkung dieser Insektizide in zweifacher Richtung gezeigt. Bei bestimmten Konzentrationen wurden die Raupen durch Giftwirkung abgetötet, bei zu niedrigen Konzentrationen konnten latent vorhandene Krankheitserreger aktiviert werden.
3. DDT-Präparate führen in weit niedrigeren Konzentrationen zur 100%igen Mortalität von Schwamspinnerraupen und nach unseren Erfahrungen auch noch bei einigen anderen Raupenarten, als es für die Praxis vorgeschrieben wurde. Als Erreger der Viruskrankheit kommt Pantakan S-25 erst in ganz niedrigen subletalen Dosen in Betracht.
4. Lindapin S-25 hat hingegen eine schwächere Wirkung als Insektizid gezeigt und war nur in höheren Konzentrationen von abtötender Wirkung. Als Aktivator von Polyedrosen und Bakteriosen hat dieses Mittel auch schwächere Resultate als DDT ergeben.
5. Unsere bisherigen Resultate mit chlorierten Kohlenwasserstoffen, DDT und Lindane haben gezeigt, daß diese Insektizide in ihren subletalen Dosen zuerst zur physiologischen Schwächung der Schädlinge führen und dann bei latent-virotischen Arten Epizootie stimulieren oder aktivieren.

Die Versuche mit niedrigeren oder subletalen Insektiziddosen kann man als eine biologisch-chemische Bekämpfungsmethode betrachten, weil auf diese Weise einerseits die Bekämpfung des Schädlings durch Stimulierung pathogener Mikroorganismen erfolgt, die einen der wichtigsten biotischen Faktoren gegen das Massenaufreten eines Schädlings darstellen.

## DISKUSSION

K. MARAMOROSCH: Ist die Virose immer latent in der Natur?

Ž. KOVAČEVIĆ: Bei latent-virotischen Arten, wie z. B. *Lymantria dispar*, *Malacosoma neustria* und *Hyphantria cunea*, mit welchen wir Versuche ausgeführt haben, besteht die Virose als Virusgen und demzufolge findet sich die artbestimmte Viruskrankheit immer latent in der Natur. Für den Ausbruch ist der physiologische Zustand der Individuen in einer Population maßgebend. Wenn diese gestört oder geschwächt wird, kommt die Viruskrankheit zum Durchbruch.

E. JAHN: Im Marchfeld wurde 1959 *Diprion sertifer* mit E 605-Staub bekämpft. In einem Areal, in welchem geringere Mengen von E 605-Staub (20 kg/ha) angewendet worden waren, zeigten die Afterraupen 2 Tage später die äußere Kennzeichnung der Polyeder-erkrankung. Die Population starb restlos ab.

H. J. HUECK: Wenn in Blanko-Versuchen schon bis 75% Mortalität durch Bakteriosen oder Polyedrosen auftrat, ist es angesichts der bekannten Variabilität von toxikologischen Versuchen doch wohl schwer, erhöhte Mortalität subletalen DDT-Dosen zuzuschreiben. Sind die Befunde statistisch analysiert worden?



nantria dispar  
us Spačva  
mpfiehl sich gegen Schwammspinner Konz. 0,4%  
20 Raupen

Konzentration Präparates	% d. aktfruchteten Eier	schchen, die die gelegt haben	
0,4 %	0,	—	
		—	
		—	
0,3 %	0,0	—	
		—	
		—	
0,2 %	0,0	—	
		—	
		—	
0,1 %	0,0	—	
		—	
		—	
0,05 %	0,01	—	
		—	
		—	
0,01 %	0,00	—	
		—	
		—	
		—	
0,005 %	0,001	—	
		—	
		—	
		+	
		unbefruchtete)	
0,001 %	0,000	—	
		—	
		—	
		—	
0,0005 %	0,000	—	
		—	
		—	
		—	
Kontrolle :			
(Siehe suche Linda			

## etalen" Dosen von „Linda

5. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35.	Gesamt morta- lität der Raupen
	100 %
	100 %
	100 %
	100 %
	100 %
	100 %
	70 %
	100 %
	100 %
zugrunde als Puppen]	70 %
	100 %
% ♂♂]	85 %
	100 %
ppt]	70 %
	95 %
nur ♂♂]	90 %
10 - [50% verpuppt]	50 %
nur ♀♀]	95 %
	100 %
♀♀, und 5% ♂♂]	90 %
puppt, und zwar nur ♀♀]	95 %
ur ♂♂]	90 %
	100 %
- - - 10 - [20% verpuppt]	80 %
- [5 % verpuppt]	95 %
	80 %
	100 %
puppt]	70 %
	100 %
0 -	100 %
	95 %
75 % verpuppt]	25 %
65 % verpuppt]	35 %
75 % verpuppt]	25 %
45 % verpuppt]	55 %

Für die Anwendung in der Praxis empfiehlt sich gegen Schwammspinner konz. 0,4%  
In jedem Versuch hatten wir je 20 Raupen

Die Wirkung der „subletalen“ Dosen von „Lindapin S 25 %“

Für die Anwendung in der Praxis empfiehlt sich gegen Schwammspinner Konz. 0,1%  
In jedem Versuch hatten wir je 20 Raupen

Konzentration des Präparates	% d. aktiven γ-Isomere	Trätiertes Stadium d Schwamspin- neraupaen	% der toten Raupen																																			Gesamtmor- talität der Raupen	Analyse der Mortalitätsursachen	% der Schmetterlinge		Weibchen, die die befruchteten Eier abgelegt haben									
			Tage nach der Trätierung																																					♀♀	♂♂										
0,15 %	0,0375 %	I	-	90	5	5	-																											100 %	Präparat : 100 % (In den Raupen Bakterien postmortal gefunden)	-	-	-													
		II	20	65	15	-																												100 %	Präparat : 100 % (Nichtpathogene Kokken postmortal gefunden)	-	-	-													
		III	-	30	35	5	-	-	10	-	15	5	-																						100 %	Präparat : 70 % Polyedrie : 30 % (Vom 7. Tage)	-	-	-												
0,1 %	0,025 %	I	50	50	-																														100 %	Präparat : 100 % (In d Raupen Bakt. postmortal gefunden)	-	-	-												
		II	30	50	5	-	15	-																										100 %	Präparat : 100 % (Nichtpathogene kokkoide Bakterien gef.)	-	-	-													
		III	-	10	10	-	-	-	5	-	-	-	-	25	10	10	-																	70 %	Präparat : 20 % Polyedrie : 50 % (Vom 7. Tage)	-	30 %	-													
0,05 %	0,0125 %	I	65	15	5	10	-	-	-	-	-	-	5	-																					100 %	Präparat : 95 % Polyedrie : 5 % (Vom 11. Tage)	-	-	-												
		II	15	35	40	-	10	-																										100 %	Präparat : 90 % Polyedrie : 10 %	-	-	-													
		III	-	10	15	5	-	-	30	-	-	-	-	10	-	[Nur 30% ♂♂ verpuppt, und gingen zugrunde als Puppen]																			70 %	Präparat : 30 % Polyedrie : 40% Raupen + 30% Puppen	-	-	-												
0,015 %	0,00375 %	I	-	-	5	-	5	-	5	10	25	-	40	-	5	-	5	-																		100 %	Präparat : 10 % Bakt. : 15 %, Polyedrie : 75 %	-	-	-											
		II	-	-	10	-	25	-	25	-	15	5	-	-	-	-	5	-	[15 % verpuppt, davon 10 % ♂♂]																			85 %	Präparat : 10 % Polyedrie + Bakt. : 75 %	5 %	10 %	+									
		III	-	-	-	20	10	-	-	10	40	-	-	10	-																					100 %	Präparat : - Polyedrie + Bakt. : 100 %	-	-	-											
0,01 %	0,0025 %	I	-	-	-	-	-	5	5	5	-	-	-	-	-	-	5	10	10	-	15	15	-	[30% verpuppt]																70 %	Präparat : - Bakt. : 20 %, Polyedrie : 50 %	10 %	20 %	+							
		II	-	10	35	-	-	40	-	5	-	-	5	-	[5% verpuppt, und zwar nur ♂♂]																									95 %	Präparat : - Bakt. : 5 %, Polyedrie : 90 %	-	5 %	-							
		III	-	20	10	10	-	-	-	10	-	-	-	10	10	20	-	[10% verpuppt, und zwar nur ♂♂]																							90 %	Präparat : - Bakt. : 15 %, Polyedrie : 75 %	-	10 %	-						
0,005 %	0,00125 %	I	-	-	10	5	5	5	-	10	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	[50% verpuppt]																50 %	Präparat : 5 % Bakt. : 15 %, Polyedrie : 30 %	20 %	30 %	+	
		II	-	15	30	-	-	25	10	5	-	-	5	-	-	-	5	-	[5% verpuppt, und zwar nur ♀♀]																							95 %	Präparat : - Bakt. : 45 %, Polyedrie : 50 %	5 %	-	+					
		III	-	-	-	10	-	20	-	-	10	20	-	-	10	-	-	20	-	10	-																100 %	Präparat : - Bakt. : 5 %, Polyedrie : 95 %	-	-	-										
0,0015 %	0,000375 %	I	-	-	5	-	5	5	5	-	5	15	-	40	-	10	-	[10% verpuppt, davon 5% ♀♀, und 5% ♂♂]																								90 %	Präparat : 5 % Bakt. : 10 %, Polyedrie : 75 %	5 %	5 %	+					
		II	-	15	5	-	5	10	20	10	15	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	-	[5% verpuppt, und zwar nur ♀♀]																95 %	Präparat : - Polyedrie : 95 %	5 %	-	+		
		III	-	-	10	20	20	-	-	10	15	5	-	10	-	[10% verpuppt, und zwar nur ♂♂]																											90 %	Präparat : - Polyedrie : 90 %	-	10 %	-				
		IV	-	45	20	35	-																														100 %	Präparat : - Polyedrie : 100 %	-	-	-										
0,001 %	0,00025 %	I	-	-	5	5	-	-	10	10	-	-	-	10	-	-	-	5	-	5	-	-	-	5	15	-	-	-	10	-	[20% verpuppt]																80 %	Präparat : - Bakt. + Pol. : 80 %	5 %	15 %	+
		II	-	5	10	-	-	10	10	15	5	-	-	10	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	[5% verpuppt]																95 %	Präparat : - Bakt. : 25 %, Polyedrie : 70 %	-	5 %	-		
		III	-	-	-	-	-	-	20	10	-	-	10	10	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-										80 %	Präparat : - Polyedrie : 80 %	-	20 %	-									
		IV	-	40	50	10	-																														100 %	Präparat : - Polyedrie : 100 %	-	-	-										
0,0005 %	0,000125 %	I	-	5	-	5	-	20	5	-	15	5	-	-	-	-	5	-	-	10	-	[30% verpuppt]																				70 %	Präparat : - Bakt. : 35 %, Polyedrie : 35 %	20 %	10 %	+					
		II	-	-	5	35	-	50	5	-	5	-																									100 %	Präparat : - Bakt. + Pol. : 100 %	-	-	-										
		III	-	-	-	-	10	10	-	10	20	-	20	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-									100 %	Präparat : - Polyedrie : 100 %	-	-	-									
		IV	-	40	-	-	20	-	30	5	-	-	[5% verpuppt, und zwar nur ♂♂]																											95 %	Präparat : - Polyedrie : 95 %	-	5 %	-							
Kontrolle:		I	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	[75% verpuppt]																25 %	Bakt. : 5 %, Pol. : 20 %	45 %	30 %	+			
		II	-	-	-	10	-	-	-	10	-	-	-	5	-	-	5	5	-																		35 %	Bakt. : 15 %, Pol. : 20 %	35 %	30 %	+										
		III	-	-	5	-	5	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	5	-																		25 %	Bakt. : 5 %, Pol. : 20 %	25 %	50 %	+										
		IV	-	-	-	10	-	5	-	15	5	-	-	20	-																						55 %	Bakt. : - , Pol. : 55 %	15 %	30 %	+										

in 5 25%

Für die Anwendung in der Praxis empfiehlt sich gegen Schwammspinner Konz. 0,

In jedem Versuch hatten wir je 20 Raupen

Analyse der Mortalitätsursachen	% der Schmetterlinge		Weibchen, die die befruchteten Eier abgelegt haben
	♀♀	♂♂	
Präparat: 100 % (In den Raupen Bakterien postmortal gefunden)	—	—	—
Präparat: 100 % (Nichtpathogene Kokken postmortal gefunden)	—	—	—
Präparat: 70 % Polyedrie: 30 % (Vom 7. Tage)	—	—	—
Präparat: 100 % (In d. Raupen Bakt. postmortal gefunden)	—	—	—
Präparat: 100 % (Nichtpathogene kokkoide Bakterien gef.)	—	—	—
Präparat: 20 % Polyedrie: 50 % (Vom 7. Tage)	—	30 %	—
Präparat: 95 % Polyedrie: 5 % (Vom 11. Tage)	—	—	—
Präparat: 90 % Polyedrie: 10 %	—	—	—
Präparat: 30 % Polyedrie: 40 % Raupen + 30 % Puppen	—	—	—
Präparat: 10 % Bakt.: 15 %, Polyedrie: 75 %	—	—	—
Präparat: 10 % Polyedrie + Bakt.: 75 %	5 %	10 %	+
Präparat: — Polyedrie + Bakt.: 100 %	—	—	—
Präparat: — Bakt.: 20 %, Polyedrie: 50 %	10 %	20 %	+
Präparat: — Bakt.: 5 %, Polyedrie: 90 %	—	5 %	—
Präparat: — Bakt.: 15 %, Polyedrie: 75 %	—	10 %	—
Präparat: 5 % Bakt.: 15 %, Polyedrie: 30 %	20 %	30 %	+
Präparat: — Bakt.: 45 %, Polyedrie: 50 %	5 %	—	+(♂ aus anderen Versuchen)
Präparat: — Bakt.: 5 %, Polyedrie: 95 %	—	—	—
Präparat: 5 % Bakt.: 10 %, Polyedrie: 75 %	5 %	5 %	+
Präparat: — Polyedrie: 95 %	5 %	—	+(♂ aus anderen Versuchen)
Präparat: — Polyedrie: 90 %	—	10 %	—
Präparat: — Polyedrie: 100 %	—	—	—
Präparat: — Bakt. + Pol.: 80 %	5 %	15 %	+
Präparat: — Bakt.: 25 %, Polyedrie: 70 %	—	5 %	—
Präparat: — Polyedrie: 80 %	—	20 %	—
Präparat: — Polyedrie: 100 %	—	—	—
Präparat: — Bakt.: 35 %, Polyedrie: 35 %	20 %	10 %	+
Präparat: — Bakt. + Pol.: 100 %	—	—	—
Präparat: — Polyedrie: 100 %	—	—	—
Präparat: — Polyedrie: 95 %	—	5 %	—
Bakt.: 5 %, Pol.: 20 %	45 %	30 %	+
Bakt.: 15 %, Pol.: 20 %	35 %	30 %	+
Bakt.: 5 %, Pol.: 20 %	25 %	50 %	+
Bakt.: —, Pol.: 55 %	15 %	30 %	+



Ž. KOVAČEVIĆ: Die Resultate unserer Versuche mit subletalen Insektiziddosen wurden an unbehandelten Raupen kontrolliert. Bei diesen konnte natürliche Mortalität zwischen 25—55% festgestellt werden, während bei Versuchen mit subletalen Dosen meistens eine 100%-Mortalität erreicht werden konnte.

Unsere Ergebnisse haben wir auf Grund von mehrjährigen Untersuchungen mit tausenden Raupen, beim letzten Versuch mit 1200 Individuen erhalten. Diese könnten auch statistisch analysiert werden. Wegen der Kürze des Referates wurde das hier nicht gemacht, aber in einer größeren Arbeit werden unsere Resultate statistisch dargestellt werden.

V. BUTOVITSCH: Mit welchen mechanischen, also nicht giftigen Stoffen, haben Sie Viroten provozieren können?

Ž. KOVAČEVIĆ: Bei den Raupen von *Hyphantria cunea* konnten wir mit Kieselgur bestäubten Blättern die Granulose provozieren. Das bedeutet, daß auch gewisse mechanische Reize bei latent-virotischen Arten die Viruskrankheit aktivieren können.

## PRESENT STATUS OF INSECT TISSUE CULTURE

KARL MARAMOROSCH

The Rockefeller Institute, New York

Boyce Thompson Institute for Plant Research, Yonkers, N.Y.

Work by K. Maramorosch and by V. C. Littau quoted in this review, as well as the work of T. D. C. Grace carried out while at the Rockefeller Institute in New York, was supported in part by Research Grant E-1537 from the National Institutes of Health, Public Health Service, Bethesda, Md.

Numerous attempts have been made in recent years to grow insect tissues for prolonged periods. Most of these attempts have been concerned with insect tissue cultures as a tool for virus work, but some were aimed at studying the physiological aspects and growth requirements of insect cells, or the growth of certain obligate parasites in insect tissues and cells.

The main obstacles in achieving long-term growth and survival of the cultured tissues were twofold. Very little information was available on the chemical composition of insect blood, and, second, earlier workers were less interested in the long-term culture than in survival of tissues for limited periods. With the exception of the outstanding experiments carried out by Trager in 1935, every attempt to culture insect tissues until 1954 had resulted in very little growth, and survival for short periods only.

One of the major difficulties in all these studies was the preparation of an adequate culture medium, that would sustain growth for a longer time. In 1956 Wyatt et al. made a chemical analysis of silkworm haemolymph and in consequence developed a medium in which silkworm tissues could be maintained for several weeks. Wyatt's medium, consisting of salts, sugars, 22 amino acids, and 10% of heat-treated insect blood, permitted cell survival for up to 4 weeks, and active growth for 2 weeks. The medium would not sustain growth for longer periods.

Grace (1958) added to Wyatt's medium cholesterol as well as 10 members of the vitamin B complex, and reduced the concentration of the blood from 10 to 5%. In this modified medium ovarian tissues of three species of Lepidoptera could be maintained alive almost indefinitely. After his return from the Rockefeller Institute to

Australia, Dr. Grace continued his work on insect tissue culture. He was able to establish some strains of cells, still using the ovarian tissue from the Australian Emperor Gum moth (*Anthereae eucalypti*); he had success also with the ovarian tissue of the cabbage white butterfly (*Pieris rapae*). No difficulty has been encountered in having these cultures multiply at a fairly fast rate. Grace's reason for growing these tissues was to study virus growth in insect cells. However, at the beginning it seemed that no virus could be found in nature in the Australian Gum moth. Grace tried all usual methods to induce a virus-disease outbreak by crowding, underfeeding and cold, but without success. Then during the warm time of the year, which in Canberra is the middle of January, in a colony of about 700 larvae, which were given ample food and treated with all possible care, some of the larvae started to die. When Grace examined them he found that they were dying of a cytoplasmic polyhedrosis. The causative virus grows only in the cytoplasm of the gut cells and infects no other tissues of living intact insects. Attempts are now underway to grow them in cultures of ovarian cells, and preliminary results indicate that this can be done.

In France, Keio Aizawa and Constantin Vago reported last year the successful cultivation of insect cells in monolayers. Their tissues came from *Bombyx mori*, *Pieris brassicae*, *Galleria melonella* and *Thaumetopea pityocampa*. The authors used mechanical dissociation first; after 5 minutes of shaking, the sediment was passed through a nylon filter of 150 micron pore diameter. The filtrate was centrifuged at 800 rpm for 2 minutes and the suspension was ready for cultivation. In addition, trypsin was used. The concentration was 5 parts per thousand of 0.25% trypsin. After agitation cells were permitted to sediment. Differential centrifugation was applied to obtain a suitable preparation for cultivation. Versene was used also, and in this instance the product was directly incorporated in a ratio of 0.2 mg/ml in a complete medium supplemented with serum. Hyaluronidase alone, or in combination with versene, was also tried. The authors confirmed earlier observations of Grace, that doses of trypsin, versene and hyaluronidase that were employed for the cultivation of vertebrate tissues were definitely harmful for epidermal or ovarian tissues of Lepidoptera, and only much weaker solutions could be used with success. Hyaluronidase was helpful in obtaining separated cells from specific tissues, while mechanical separation could only separate cells of various tissues at random.

The cultivation in a hanging drop or on the surface of diluted media became possible only from the second cycle of centrifugation in a medium containing hydrolysate of lactalbumine. The mechanical dissociation gave a certain number of fibroblast-like cells within 2 hours after treatment with an extract of snails. Subsequently the culture became irregular. Although the cells began to move and divide, they soon became stagnant. According to Vago the generation time in separated cells was shorter than in cells of cultivated organs. The differences in the shape of cells in culture was interpreted as meaning that they had been derived from various kinds of tissues, or, that they had resulted from the digestion of a heterogeneous tissue. In 1959 Martignoni et al. in California also dissociated insect cells with snail enzymes, but failed to get their survival and growth.

Although Vago reported the growth of monolayers of insect cells, his cultures could not be maintained for prolonged periods. The first, and perhaps the only successful cultivation of cells in this manner was reported in 1959 by Gaw Zan-Yin, Lien Nien Tsui and Zia Tien Un from the Wuhan Laboratory of Microbiology of the Chinese Academy in Wuchang, China. The authors used a medium composed of 90% of Trager's solution (A) and 10% of healthy silkworm serum. Its initial pH was 6.7. This silkworm serum was obtained by bleeding full-grown silkworms aseptically from the leg, centrifuging the blood at 2000 rpm for 10 min and adding penicillin

and streptomycin to the final solution. The cells were separated by trypsinization, using bacto-trypsin.

A variety of silkworm tissues, such as male and female gonads, muscle, trachea, silk-gland and intestine were used. For silk gland tissues young third instar larvae were used. These had small glands that contained no silk fluid. In the case of intestine, the larvae were starved for 36 hours before use and the tissue was immersed in mercuric chloride solution for 15 min. and then washed 3 times in sterile distilled water. The various tissues were washed, explanted and stored separately in Petri dishes or test tubes throughout the experiments. Tissues were cut into small pieces, 0.1 to 0.2 mm in diameter, with a pair of fine scissors and then washed by centrifugation in Trager's solution.

A modification of the hanging-drop method, the cover slip method, was applied first. Tissue fragments were fastened to the surface of cover glasses with a droplet of serum and incubated at 36°C for 10 min. Then a drop of nutrient solution was added to each cover slip. In this way very small quantities of material were needed for the cultures, and it was easy to observe the growth through a microscope.

In other experiments pieces of tissues were fastened with serum to stationary test tubes, then medium was added and the test tubes stoppered and held in a slightly inclined position to permit the nutrient solution to cover the fragments. The cultures were incubated at 26–27°C. Low power microscopic observations of these cultures were possible.

Two methods were used to prepare monolayer cultures. The first was a cell suspension culture, in which tissues were first cut into small pieces, then centrifuged at 3000 rpm for 20 min with 5 ml of Trager's solution A. After the supernatant had been discarded and the sediment resuspended in Trager's solution by pipetting for ca. 20 min, the material was left to settle for 15 min. During this time larger particles settled at the bottom of the tube, and the supernatant consisted mostly of a single cell suspension. The concentration of the suspension was determined by a haemocytometer. Nutrient solution was added to make  $6 \times 10^6$  cells per ml and this was placed in Carrel flasks.

The second method for the preparation of monolayers involved cells obtained by trypsinization. In these experiments trachea, muscle and silk-gland tissues were successfully used. The tissues were cut into small pieces, washed in Trager's solution, covered with trypsin and held in a water bath at 26°C for 15 min. Clumps were broken up by vigorous pipetting. The cultures were maintained for 7–10 days by changing the medium at intervals of 3–4 days. After removal of the medium the cultures were twice washed in Trager's solution A, and then fresh medium was added. Subcultures succeeded only with ovarian and testicular cell cultures. After culture tubes had been incubated at 26°C for 2–3 days, the cells formed a continuous sheet and the cell population was high enough for subculturing. The cells were trypsinized with 5 ml of a 0.25% trypsin solution in Trager's solution A in a water bath at 26°C for 15 min, until the cell sheet was broken up and the cells became detached from the glass surface. Then clumps were broken up by pipetting 20 to 30 times.

In most cultures new cells began to grow after 24 hours of incubation. The maximum amount of growth was attained on the 3<sup>rd</sup> or 4<sup>th</sup> day. By changing the nutrient medium, cultures could be maintained for 7–10 days (with 2 changes of the medium). Cells that grew from various tissues differed in shape and size. For instance, in muscle tissue cultures, wandering cells first appeared from the connective tissues under the skin on the first day of incubation. Two days later muscle cells began to grow, while the wandering cells became more numerous. In female gonads wandering cells grew out from the ovary sheath.

Monolayers of insect cells were obtained from male and female gonads, trachea, muscle, intestine and silk-gland tissue cultures. These monolayers were formed after 24 hours of incubation. In monolayers of muscle cells the shape of fibroblasts predominated, while in others rectangular epithelial cells were formed. Other types of cells must have been present in these cultures, but they were generally outnumbered by the fast growing epithelial cells or fibroblasts.

The authors used their cultures for virus work. After the cultures were inoculated with grasserie virus, studies of cytological changes were made. The continuous cell sheet broke up into irregular patches and fragmentation of the cells took place. The female gonad epithelial cells became more or less rounded while the trachea cells maintained their rectangular shape. Virus infection caused a tremendous enlargement of the cell nuclei which consequently moved to an off-center position. The cells became isolated and eventually degenerated. Changes were pronounced in the nuclei, which changed into horseshoe, ring or half-moon shapes and then polyhedra began to appear in them. Generally one to four polyhedra were found in each nucleus, but sometimes many more were formed, filling the nucleus completely. Finally the cell burst, setting the polyhedra free in the culture medium. These polyhedra had the shape of dodecahedra.

The great success of the Chinese workers can be seen from the fact that they were able to maintain subcultures of male and female gonad cells for twenty-two generations in one year, and were continuing to maintain these cultures without encountering difficulties. The cells of subcultures were normal in appearance. In the Wuhan area where these workers made their investigations, silkworms can only be raised twice a year in natural conditions, and therefore their technique permitted continuous studies of the virus disease without raising silkworms.

It is difficult to know why Gaw Zan-Yin and co-workers in China succeeded to grow insect cells continuously while workers elsewhere had only partial success. Dr. Trager, with whom I had the privilege of discussing this problem at the Rockefeller Institute, speculated that perhaps the difference was due to the use of a different strain of silkworm. It appears from the published paper of Gaw Zan-Yin et al. that the insect serum in their medium had not been heated. Dr. Gershenson (personal communication) used both white- and yellow-blooded silkworms, and the serum of both required heating. Other workers have also found that without heating the insect blood darkens rapidly and becomes toxic to the tissue cultures. Medvedeva in Gershenson's laboratory obtained insect tissue cultures comparable to those of Vago. She also had very encouraging results in applying these cultures to virus studies and obtaining an activation of a nuclear polyhedrosis virus *in vitro*.

What problems can the technique of insect tissue culture be applied to? The interest in insect tissue culture is great today, and for good reasons. In the past 7 years many attempts have been made to study multiplication of plant viruses in insect vector tissues. It is of importance to both plant pathologists and insect virologists to be able to culture the tissues of insect vectors of plant diseases. In 1956 it became possible to demonstrate that aster yellows virus could complete its incubation in insect tissues *in vitro* (Maramorosch, 1956). Grace in our laboratory in New York tried to cultivate the gut of certain leafhopper vectors, but no continuous growth was obtained. Only survival up to 30 days was achieved. Later it was found that viruliferous leafhoppers have large amounts of virus present in their salivary glands, but not in their gut. Although we know that multiplication takes place in the insect, there is little information available on the site of multiplication. Work of Littau and Maramorosch has suggested that the fat body, which is severely affected in some instances, might be the site of virus multiplication, but definite evidence is still needed. Such evidence might come



either from insect tissue culture studies, or from studies with fluorescent antibodies, as undertaken recently by Nagaraj and Black in Urbana (personal communication). Recently Fukushi et al. (1960) for the first time obtained electron micrographs of a plant virus inside cells of the insect vector in which the virus is known to multiply.

If it were possible to grow insect vector cells in monolayers and infect them with plant viruses, this would provide a new method for the investigation of arthropod-borne viruses and might permit quantitative measuring of virus concentration by a plaque technique.

The growth of animal viruses in insect tissues grown *in vitro* is of great interest to medical entomologists. The only work along these lines was the classical work of Trager, who in 1938 showed that equine encephalomyelitis virus multiplied in tissue cultures of mosquitoes for 28 days. The titer of virus was 100,000 times higher than in the original suspension.

In 1935 Trager for the first time grew the virus of grasserie in silkworm tissue cultures. He was able to observe the multiplication of the polyhedral bodies in cultures containing cells that grew from the lining of the ovariole of the silkworm. Trager's medium and his technique were the basis for all further work on insect tissue culture. In 1958 Grace studied latency in insect viruses, finding that a latent virus in the tussock moth can be induced by a drastic change in the culture medium. This physiological shock caused the manifestation of a latent polyhedrosis.

In addition to virus studies, insect tissue cultures have proved useful for the study of rickettsial growth in culture. Kordova and Rehacek at the Institute of Virology in Bratislava succeeded with the experimental infection of ticks *in vitro* with the rickettsia *Coxiella burneti*.

The difficulties of maintaining insect tissues continuously were also experienced by Dr. Sanborn in Indiana University. He obtained good results in working with original explants, but was not able to maintain subcultures from female gonads of caterpillars. From about 90—95% of explants, good outgrowth was obtained. Although continuous growth was not obtained in these experiments, they proved useful in the study of nutritional requirements of intracellular parasites and in the study of action of insecticides. At Purdue University a group of workers (quoted by Sanborn at the Conference of Insect Endocrinology at the New York Academy of Sciences, March 18, 1960) used insect tissue culture to isolate and classify insect hormones. Also, the activity of *Nosema* upon insects has been studied in tissue culture. It was established that *Nosema* acts directly as a source of either juvenile hormone or a closely homologous substance and that there is no necessary involvement of the insect's corpora alata in a *Nosema*-infected insect.

An interesting study by Sanborn, Haskell and Shankland (reported by Trachtman in *Horizon* 6 (7), March 1960) concerned the mechanism of DDT toxicity on insects. Muscle tissue of cockroaches was placed in a medium in which it survived, but did not grow. When the tissues were treated for 48 hours with DDT, the medium proved to contain a toxic substance, not related to DDT, and also not produced, as was earlier thought, by the corpora cardiaca. The production of this toxin is therefore a local phenomenon and not one controlled by the central nervous system.

Recently in Japan Horikawa and Kuroda (1959) reported successful cultivation *in vitro* of red blood cells from *Drosophila melanogaster*. The authors bled 3<sup>rd</sup> instar larvae that were grown aseptically. From 10 larvae approximately 500—1000 cells were obtained. These cells were placed in roller tubes at 21°C, where they showed normal movement and mitotic divisions for up to 2 weeks. The use of hanging drops, in which the medium had to be changed twice a week, permitted maintenance of blood cells for as long as 75 days, but mitotic division was slow and intermittent.

One other example of usefulness of insect tissue culture in medical entomology can be given here as an illustration. Little headway was made for many years in the study of morphogenetic determinants for the complex life cycle of sleeping sickness trypanosomes, since no method was available for producing all of the different forms *in vitro* under conditions that could be controlled. A first step in this direction was the production by Trager of the infective stages of the trypanosome in the presence of tse-tse fly tissues living *in vitro*. This work has just been published (Trager, 1959).

Cells of the tse-tse fly that were seen to divide mitotically even after 26 days *in vitro* could very likely be grown continuously in culture. It would be interesting to disperse such a culture, perhaps with snail enzymes (Martignoni et al., 1959) or, better, with weak hyaluronidase (Aizawa and Vago, 1959) and to see whether the separated cells would proceed to multiply. Unfortunately, Trager did not have enough time for such a trial while he was in Nigeria in 1959. Until continuous culture has been achieved it will not be possible to define precisely the chemical constituents required for the growth of the tissue.

Similarly, one cannot at present define precisely the conditions required to induce infectivity in a culture of *Trypanosoma vivax*. Living fly tissue, a complex medium with pupal extract, and a short exposure to high temperature all seem to play a part. Trehalose was added to the medium because it is one of the constituents of insect blood. Its role remains to be defined.

The results which have been reported so far call for more experiments rather than for prolonged discussion. Certain facts stand out: some tissues of so highly differentiated an insect as a muscid fly have been grown *in vitro*; one species of pathogenic, mammalian African trypanosome has developed in tissue culture through the complete cycle which in nature occurs in the tse-tse fly, with the production of infective forms. Continuous cultivation of silkworm cells has been obtained in one laboratory.

#### BIBLIOGRAPHY

- AIZAWA, Keio, and VAGO, Constantin (1959). Culture in vitro de cellules séparées de tissus d'insectes. Compt. rendus Acad. Sci. 249 (9): 928—930. — DAY, M. F. and GRACE, T. D. C. (1959). Culture of insect tissues. Ann. Rev. Entomol. 4: 17. — FUKUSHI, TEIKICHI, SHIKATA, EISHIRO, KIMURA, IKUO and NEMOTO, Masayasu (1960). Electron microscopic studies on the rice dwarf virus. Proc. Japan Acad. 36: 352—357. — GAW ZAN-YIN, LIU NIEN TSUI, ZIA TIEN UN (1959). Tissue culture methods for cultivation of virus grasserie. Acta Virologica 3. Supplement: 55—60. — GRACE, T. D. C. (1958). The prolonged growth and survival of ovarian tissues of the promethea moth (*Callosamia promethea*) *in vitro*. J. Gen. Physiol. 41: 1027. — GRACE, T. D. C. (1958). Effect of various substances on growth of silkworm tissues *in vitro*. Austr. J. Biol. Sci. 2: 407. — HORIKAWA, M. and KURODA, J. (1959). *In vitro* cultivation of blood cells of *Drosophila melanogaster* in a synthetic medium. Nature 184: 2017—2018. — LITTAU, V. C. and MARAMOROSCH, K. (1956). Cytological effects of aster yellows virus on its insect vector. Virology 2: 128—130. — LIU, N. T., SHICH, T. E. and GAW, Z. Y. (1958). (Cultivation of silkworm tissue.) In Chinese. Scientia 7: 219. — MARAMOROSCH, K. (1956). Multiplication of aster yellows virus in *in vitro* preparations of insect tissues. Virology 2: 369. — MARTIGNONI, M. E., ZITCER, E. M. and WAGNER, R. P. (1958). Preparation of cell suspensions from insect tissue for *in vitro* cultivation. Science 128: 360. — MEDVEDEVA, Nat. B. (1959). The multiplication of a polyhedral virus in insect tissue cultures. (In Russian.) Voprosy Virusologii 4: 449. — MEDVEDEVA, Nat. B. (1960). On the cultivation of insect tissues *in vitro*. (In Russian, with English summary) Rev. Entom. URSS 39: 77. — TRACHTMAN, Leon E. (1960). New insights into animal physiology promised by insect tissue culture. Purdue Research Found. Horizon 6 (7). — TRAGER, W. (1935). Cultivation of the virus of grasserie in silkworm tissue cultures. J. Exp. Med. 61: 501. — TRAGER, W. (1938). Multiplication of the virus of equine encephalomyelitis in surviving mosquito tissues. Am. J. Trop. Med. 18: 387. — TRAGER, W. (1959). The development of *Trypanosoma vivax* to the infective stage in tse-tse fly tissue culture. Nature 184: 30. — TRAGER, W. (1959). Tse-tse fly tissue culture and the development of trypanosomes to the infective stage. Ann. Trop. Med. Paras. 53: 473. — VAGO, C. and CHASTANG, S.

(1958). Culture *in vitro* d'un tissu nymphal de lepidoptere. *Experientia* 14: 426. — WYATT, G. R. and KALF, G. F. (1957). The chemistry of insect hemolymph. II. Trehalose and other carbohydrates. *J. Gen. Physiol.* 40: 833. — WYATT, S. S. (1956). Culture *in vitro* of tissue from the silkworm *Bombyx mori* L. *J. Gen. Physiol.* 39: 841.

## DISCUSSION

GERSHENSON: It is a pity that Dr. Maramorosch seems to be not aware of two papers on insect tissue culture by Medvedeva from our laboratory, published in 1959. Dr. Medvedeva obtained good results with tissue cultures using cells from ovaries and testes as well as blood cells. The culture medium was composed of Fraser's fluid with an addition of casein hydrolysate and haemolymph inactivated by heating. Our attempts to use non heated haemolymph from different silkworm breeds and also from other lepidopterous species were unsuccessful.

MARAMOROSCH: I am grateful to Dr. Gershenson for calling my attention to Dr. Medvedeva's work, with which I was not familiar. I shall add this information to my manuscript.

## STUDIES OF A VIRUS DISEASE OF THE CITRUS RED MITE

F. MUNGER, J. E. GILMORE, and A. W. CRESSMAN  
Entomology Research Div., Agric. Res. Serv. U.S.D.A.

A virus disease of the citrus red mite (*Panonychus citri* McG.) was first noticed in the spring of 1958. Three successive collections of mites were made near Oxnard, Calif., in attempts to start a colony in the laboratory. All showed evidence of disease and could not be reared successfully. This was contrary to previous experience since a number of colonies from other localities had been reared in the laboratory without difficulty (Munger, et al. 1959).

The affected mites showed characteristic symptoms which we had never noted before. The mature females became sluggish, laid fewer eggs, and usually died in paralysis with the legs extended ventrally away from the body (Fig. 1). At times diarrhea also occurred.

Transmissibility of the disease was demonstrated by brushing diseased mites and debris into healthy mite cultures. Disease developed from inoculations of this type, whereas mites in control cultures remained healthy and continued to thrive. In studies to standardize the transmission technique, it was found that an aqueous suspension prepared from triturated diseased mites would also cause the infection. The disease has been maintained continuously at the Whittier, Calif., laboratory for over two years by transmitting it from one generation to another.

This virus disease is not limited to the Oxnard area. Infected mites have been collected also from orchards scattered throughout the citrus areas of southern California.

Kenneth M. Smith of the British Agricultural Research Council became interested in identifying the causal agent of the disease and in March of 1959 he advised us that he had found a virus in the material sent from Whittier, the first virus, he thought, ever to be found in the Arachnida. The particles were present in large numbers, suggesting 5 million per milliliter. The particles are without inclusion bodies and about 35 millimicrons in diameter (Smith, et al. 1959).



Fig. 1. Citrus red mite: Normal feeding position (left); diseased mite in characteristic paralyzed attitude (right). Drawings by E. A. McGregor.

With this discovery there was some hope that the disease might eventually prove to have economic usefulness, and a system for mass production of the mites on lemons was developed to produce enough virus for experimental work.

The infected mites, recently dead, are brushed off the lemons, ground in water in a glass tissue grinder, and made up to a concentration of 1 or 2 mg. per milliliter of water for temporary storage. Infection is produced by spraying healthy mites in the deutonymphal stage at the rate of 0.25 ml. of concentrate in 0.5 ml. of water per lemon. At 75° F. the mites begin to show disease symptoms after about 8 days and heavy mortality usually occurs by the 12<sup>th</sup> day. At that time many recently dead mites are present. A test of diseased mites collected 4, 8, 12, and 20 days after spraying showed the 12-day material to be the most virulent when temperatures during the incubation period of the virus within the mites ranged from about 75 to 95° F. Material from the 4 and 20-day collections was noninfective. Inoculum with maximum virulency was tested with 1 mg. in 10, 100, 200, 400, and 800 ml. of water to determine the concentration needed to produce infection in healthy cultures of laboratory mites. The results of this experiment indicated that infectivity of the suspension may be lost at dilutions higher than 1 mg.-400 ml.

Other species of mites, *Tetranychus telarius* (L.), *Tetranychus cinnabarinus* (Bois.), and *Phyllocoptruta olievora* (Ashm.) were not susceptible.

The virus is highly infective in the laboratory and special precautions must be observed to guard against accidental infection in healthy laboratory stocks, and against premature infection in mites used to propagate the virus. The virus may be destroyed by autoclaving at 15 pounds for 20 minutes or by soaking items that will not withstand autoclaving in 10% formaldehyde for 1 hour.

Accidental laboratory infection, in one instance at least, was caused by field-contaminated host lemons. Tests were made to determine if lemons bearing virus could be disinfected by immersing them for 30 minutes in 1, 2, 3, 0.2 and 0.5% solutions of sodium hypochlorite. After lemons had been immersed in the 1, 2, and 3% solutions, they were rinsed twice in pure water. Infectivity of treated lemons was determined by infesting them with healthy mites. No disease developed in mites on lemons treated with sodium hypochlorite except with the weakest solution, 0.2% not rinsed. These results indicate that fruits bearing virus from the field can be made safe for experimental work. Sodium hypochlorite solution even at the 5% dilution for 30 minutes did not appear to be toxic to either the mites or the eggs.



When the outer surfaces of eggs on lemons produced by mites that died of disease were disinfected with 2.5% sodium hypochlorite solution for 30 minutes and then rinsed three times in water, only healthy mite populations developed. This suggests that the virus cannot be transmitted through the citrus red mite egg.

Methods of storing the virus have been investigated because of the need to accumulate stocks for large-scale experiments. A suspension of 0.24 mg. of diseased-mite material per milliliter of water, stored at 77° and 45° F., lost its infectivity between 35 and 68 days. At -6°, 6 ml. aliquots of a more concentrated sample (1 mg. of mite material per milliliter of water), stored for 196 days, was still able to produce infection. Some tests indicated that the freezing and thawing process might be detrimental to the virus, possibly because of crystallization or salt accumulation during freezing. When diseased mite material was suspended in 3 M glycerine infectivity was not affected by freezing at -10° and thawing at 75° three times.

Storage of the virus in a freeze-dried form was also promising. Both the dry material and a homogenate, using aqueous suspension for the latter, were prepared with dry ice and under high vacuum. Samples of the dry material held at 45° F. have remained highly infective for 35 weeks, but some of the homogenate samples lost infectiveness within 25 weeks.

Freshly collected diseased-mite material desiccated with anhydrous calcium chloride at 18.5 mm. mercury pressure and room temperature remained infective for 10 weeks. The maximum time of storage possible with this method has not yet been determined.

Sunlight inactivates the virus in aqueous suspensions. Samples in petri dishes protected from heat were rendered noninfective by exposure to direct sunlight for 2 to 6 hours. Samples placed in a darkroom produced infection after comparable storage periods.

Aqueous virus suspensions sprayed on lemons remain viable for only a short time. When lemons were infested with mites 2 and 4 hours after spraying, disease developed in the mites on the 2-hour but not on 4-hour lemons. In contrast, lemons on which diseased mites had lived and died remained infective for at least 8 days, which suggested the presence of some protective material or a process which prolongs the infective period. Several materials were mixed with the suspension in efforts to improve residual infectivity but gave negative results. Materials used included Geon Latex (a plastic), mineral oil, carbopol 934, and Attaclay. Diseased mite material mixed with Celite and Pyrophyllite to form dusts was also tried without results. Other materials to be tested include gelatin, dextrin, soy flour, and corn syrup.

In a small-scale field test during the cool winter season a concentrate suspension diluted 1 to 10 in water (stored less than 15 days at 45° F.), was sprayed on lemon trees at the rate of 6 liters per tree early in February. Samples of mites brought to the laboratory 47 and 69 days later showed typical disease symptoms, and the mites died during rearing tests. Observations of the trees later revealed rather heavy mite populations. There was little indication that the virus had affected population trends.

Reliable conclusions as to the value of the disease in naturally occurring infections cannot be drawn on the basis of present knowledge. In some orchards where the disease was present, mite infestations did not appear to build up normally during favorable seasons. In others infestations were heavy enough to require insecticidal treatment in spite of the presence of disease.

It is evident that this pathogen behaves differently than the polyhedrosis viruses, which are the best known of those that attack insects. The latter remain stable under conditions which inactivate the mite virus. An understanding of the characteristics of the virus is essential, of course, for an evaluation of its usefulness as a biological control agent and development of means for utilizing it under practical field conditions.

## REFERENCES CITED

1. MUNGER, F., J. E. GILMORE and W. S. DAVIS. 1959. A disease of citrus red mites. Calif. Citrograph. 44 (6): 190, 216. — 2. SMITH, KENNETH M., G. J. HILLS, F. MUNGER and J. E. GILMORE. A suspected virus disease of the citrus red mite *Panonychus citri* (McG.). 1959. Nature. 184: 70.

## DISCUSSION

- K. HEINZE: Geht dieses Virus der roten Agrumenspinne auch auf die rote Spinne der Obstgehölze über?
- F. MUNGER: We have no information on the susceptibility of the red mite of apple trees to the virus disease of the citrus red mite.
- S. GERSHENSON: What was the mortality of virus-infected mites in your laboratory experiments?
- F. MUNGER: Complete mortality was obtained in the virus infected mites in the laboratory experiments.

## A POLYHEDROSIS VIRUS IN WATTLE BAGWORM CONTROL

L. L. J. OSSOWSKI <sup>†1</sup>

Wattle Research Institute, University of Natal, Pietermaritzburg, South Africa

It has long been known that a polyhedral wilt disease of the wattle bagworm, *Kotochalia junodi* (Heyl.), *Psychidae* is one component of the biological complex involved in maintaining the natural balance of invertebrate fauna in wattle plantations. The disease was mentioned in 1920 (Skaife 1920), but the infective agent was not isolated and described until 1955 (Ossowski 1957, 1958), when it was found to be a nuclear polyhedrosis virus belonging to the genus *Borrelinavirus* (Paillot)<sup>2</sup>. Since then, experiments have been in progress to determine whether the psychid, the most destructive of all wattle insect pests, could be controlled by artificially increasing the concentration of virus in plantations of black wattle, *Acacia mollissima* Willd., and whether by this means epizootics could be initiated and encouraged.

In the first pilot experiment (Ossowski 1957), virus suspensions containing from 10,000 to 250,000 polyhedra/cu. mm. were applied with a hand atomiser to individual small wattles at the rate of 100 ml./tree at the time when larvae were newly-hatched or about 14 days old. The feeding activities of newly-hatched larvae were checked by a daily count of frass droppings and the cause of death of older bagworms was determined by dissection and microscopic examination. Newly-hatched larvae became moribund after 3 to 4 days of feeding on virus-covered foliage, and died 2 days later, older larvae succumbed more slowly. Mortality of young larvae was very high with 10,000 polyhedra/cu. mm. and there was no increase in kill when higher concentrations were used.

In the following season, a further series of experiments was conducted on a somewhat larger scale, using less concentrated suspensions, viz. 1,000 to 10,000 polyhedra/cu. mm., applied with a motor sprayer at the rate of approximately 6 gals./acre (Ossowski 1958a).

<sup>1</sup> Herr Dr. L. Ossowski, der sich für die Organisation der Sektion 13b mit besonderer Tatkraft eingesetzt hat, ist leider bei seiner Anreise zum Kongreß schwer erkrankt und innerhalb weniger Tage verstorben. Die Kongreßleitung bedauert dies außerordentlich tief.

<sup>2</sup> Since named *Borrelinavirus kotochaliae* Ossowski.

The kill, still very high, was the same at the different concentrations, but mortality from virus was lower in plantations in which suspensions of local virus were sprayed than in those where virus from a distant source was used.

To obtain evidence on the effect of virus at still lower concentrations on bagworm larvae in various stages of development and on the course of an infestation cycle, the first large-scale field trials were conducted in 1957, when over 500 acres in different parts of the wattle-growing area were sprayed from the air. Concentrations used were from 250 to 1,000 polyhedra/cu. mm. in experiments with first-instar and 10,000 cu. mm. with older larvae. The rate of application with the former was 5 gals. and with the latter 10 gals./acre.

When the larvae were in their first instar and the infestation in the prodromal stage, high mortality resulted, whether suspensions containing 1,000 or 500 polyhedra/cu. mm. were used. Concentrations of 250/cu. mm., however, gave a lower kill, but mortality was still high enough to keep the trees green. Where the higher concentrations were applied, the eruptive stage and the crisis were telescoped into the year of operations and the bagworm population returned to its endemic level the following season, whereas with the lowest concentration, the infestation decreased gradually after operations. In unsprayed plantations, the infestation became more severe as the season progressed, and reached the first year of the eruptive stage the following season. Against older larvae, even with the higher concentrations and dosage used the initial kill was too low to prevent defoliation and save increment, but 9 months after spraying the mortality had increased sufficiently to reduce the infestation to its latent stage.

Where virus suspensions were applied to first instar larvae during the eruptive stage, there was a very high initial kill by virus; damage to the trees was slight, whereas unsprayed wattles were defoliated. Nine months after treatment, however, mortality was similar in sprayed and unsprayed plantations. Virus introduced from a distant source was again more effective than local strains and at the prodromal stage was more successful in preventing defoliation and loss of yield.

This large-scale field trial was, however, primarily designed to investigate control measures. To check observations and gain more information on the apparently higher infective capacity of virus from introduced stock, more critical and accurately controlled experiments were laid out in plantations selected for uniformity of tree crowns and bagworm population (Ossowski 1960). Randomized, replicated, single-tree plots were sprayed at different population levels and stages of development of larvae and of the infestation cycle. Concentrations of 100 polyhedra/cu. mm. were used when larvae were in their first instar, and 200 cu. mm. when older. Dosage in all experiments was 800 ml./tree, applied with a pneumatic knapsack sprayer.

With a light infestation in the first year of the prodromal stage, and the larvae newly-hatched or in their second or third instar at the time of spraying, virus from far distant plantations gave a significantly higher kill throughout than did any other. With a heavy infestation in the second year of the prodromal stage and the larvae in the first instar at the time of spraying, mortality with virus from the greatest distance was significantly higher only initially. These results, together with those of the earlier experiments, suggest that a strain difference exists and that the susceptibility of the wattle bagworm is not the same for all strains.

It is realised that this theory of strains could best be tested by dosage-mortality analysis. This, however, is extremely difficult, since the bionomy of the wattle bagworm is basically different from that of any other insect with which  $LD_{50}$  tests have so far been made. Bagworm larvae will not feed on wet foliage, and use much of the leaves in construction the bag. This rules out inducing previously starved larvae to drink a droplet of known volume of virus suspension, or feeding with leaves covered with

a measured amount of polyhedra. The size of the larvae at the stage when  $LD_{50}$  tests should be carried out ranges from 1.8 to 9.0 mm. in length, but only approximately 0.05 to 2.0 mm. of the body protrudes from the bag, and then only during feeding activities. Thus it is difficult, if not impossible to give intrahaemocelic injections of free virus or to introduce virus per os with a micro-injector needle. Bagworm larvae when touched or when removed from the food plant retract into the case and close it, and removed from the bag, they die. Forcing them partly out of the bag and preventing them from retracting during treatment, or the use of an anaesthetic would introduce an unnatural and very variable factor difficult to assess.

In an attempt to determine the  $LD_{50}$ , based on the reaction of the total population rather than that of individuals, another experiment was carried out in 1959, but at present only an interim assessment is available.

Virus from two sources only, applied at various stages of development of larvae was tested over a range of 4 concentrations. Due to unfavourable weather conditions, the larvae had to be removed from the sample trees within 10 days after spraying, instead of the planned 4 weeks. Probably for this reason a 50% kill with virus alone was not obtained, the maximum mortality of young larvae with introduced virus was 25.4%, and with local material 4.8%, but there was no significant difference between local virus and unsprayed controls. The results of this single experiment again show that there are differences in susceptibility of the host and in infectivity or virulence of the virus.

Some investigators have considered the possibility that the virulence of certain pathogens can be increased by combination with incitants or with other pathogenic or nonpathogenic micro-organisms (Steinhaus 1958, Tanada 1956). This, however, could not have occurred in the last-mentioned bagworm experiment, since the mortality due to introduced virus always varied with concentrations used.

The effectiveness of virus depends not only on its virulence, but to a large extent also on its facility of dispersal. In wattle plantations, the natural bagworm virus is not only unevenly, but also thinly, distributed. Further, the bagworm larvae are almost static, for once settled on the fodder tree, they do not move far unless it becomes completely defoliated. It thus follows that if a worm is not initially in close proximity to sufficiently infected leaves, it is unlikely to ingest a toxic dose unless forced to move as a result of heavy defoliation. These are the main reasons why virus unaided by artificial dissemination does not normally become epizootic. Where the density of virus has been artificially increased, however, one very important factor may help in the retention and distribution of virus in plantations through several years. Dead larvae, pupae, and female adults remain in the casings, disintegrating slowly and gradually falling out of the bag. If the death of the worms was due to polyhedrosis, virus particles are released and dispersed during several years, thus carrying over infection centres from year to year and keeping the population at a low level.

During the past 10 years, natural mortality due to virus has varied at the time of pupation from 4.3% to 29.0%, while in treated plots it exceeded 84.0% and remained for 3 to 4 years after spraying at approximately 60%, thus keeping the bagworm population at a low level and the crowns green. Also a gradual spread from sprayed plantations was evident. The treated plots examined in each of 3 years following the spraying were practically free of bagworms, infestation was negligible in wattle bordering directly on these sprayed areas but the severity increased in plantations further away. Not until 4 years after spraying, did the population increase in the treated plots, but it was still low enough for the crowns to remain green, while neighbouring plantations were defoliated.



In all these experiments, the plantations were sprayed when the bagworm population was low, though the infestation was on the up-grade. It would thus appear that by artificially increasing the virus concentration in plantations it may be possible to initiate and encourage epizootics at a low population level and that this artificial increase may have some influence on the population dynamics of the bagworm. To what extent, however, is so far unknown, and only virus dissemination over larger areas, at various stages of the infestation cycles, and observations over at least 2 cycles can give the answer.

Proper timing of application is essential to ensure a satisfactory outcome in relation to the purpose envisaged. If virus is to be used to keep crowns green in older, heavily infested plantations to facilitate stripping of bark, viruses, preferably of introduced origin, should be applied during hatching of the larvae. This would ensure a high kill. In young plantations, however, where the bagworm population is to be kept on a low level through as many seasons as possible in one 10-year rotation, it may be advisable to postpone spraying until the larvae are older. Those which die of polyhedrosis will be larger, producing a greater quantity of virus particles to be carried over and dispersed about the plantations than do the very small newly-hatched larvae. Infected late in life, some may survive and transmit the infective agent through the egg to the next generation. A combination of spraying some plantations at the time of hatching and others later in the season may in appropriate cases prove advantageous.

Bagworm polyhedral virus does not seem to affect hymenopterous and dipterous parasites. Healthy pupae and larvae and exuviae or empty cocoons of these beneficial insects were plentiful in casings with bagworms which had succumbed to polyhedrosis.

There seems little danger that polyhedral crystals will be washed off by rain, probably due to the pubescence of black wattle leaves. In one experiment over 1,000 mm. of rain fell between the time of spraying and the last sampling, apparently without impairing the efficacy and distribution of the polyhedra. Adhesives such as skim milk powder and methylcellulose were added in some experiments. Where milk powder was added, mortality was always lower due to the intermittent clogging of the nozzles with subsequent uneven distribution of the suspension. Methylcellulose did not increase the kill.

The preparation of large quantities of bagworm virus for experiments does not present serious difficulties. Larvae feed and nearly always complete their development on the tree on which they settled after hatching and can, therefore, easily be collected. When infestation is heavy, the yield of polyhedral crystals is very high. Usually 10 fully-grown bagworm larvae, killed by virus, yield material sufficient to spray one acre of a plantation of trees approximately 25 feet high.

Nevertheless the method of isolating and purifying polyhedra by centrifugation, especially when large quantities or a very high degree of purity are required, is very time-consuming. It can, however, be accelerated (Bergold, 1959) by using Arcton 113 (trifluorotrichloroethane) which accelerates the separation of polyhedral bodies from the debris.

In spite of its being comparatively easy to procure large quantities of bagworm virus, it is essential, as it is in all such cases, to develop methods of mass-production in tissue cultures.

Though many problems remain still to be solved, it would seem that the use of virus in wattle bagworm control may become one of the recognised measures. Before such recommendation can safely be made, however, further research, both basic and applied, will be necessary.

## REFERENCES

- BERGOLD, G. H. (1959). Purification of insect virus inclusion bodies with a fluorocarbon. *J. Insect Pathol.*, 1, pp. 96—97. — OSSOWSKI, L. L. J. (1957). The biological control of the wattle bagworm, *Kotochalia junodi* (Heyl.) by a virus disease. I. Small-scale experiments. *Ann. app. Biol.*, 45, pp. 81—89. — OSSOWSKI, L. L. J. (1958). On the virus causing polyhedral wilt disease of the wattle bagworm, *Kotochalia junodi* (Heyl.). *S. Afr. J. Sci.*, 54, pp. 75—76. — OSSOWSKI, L. L. J. (1958a). Erfahrungen mit Polyeder-Viren gegen den Akaziensackwurm, *Kotochalia junodi* (Heyl.) — *Psychidae. Trans. I. Int. Conf. Insect Pathol. & Biol. Control, Prague, 1958*, pp. 247—253. — OSSOWSKI, L. L. J. (1960). Variation in virulence of a wattle bagworm. *J. Insect Pathol.*, 2, pp. 35—43. — SKAIFE, S. H. (1920). Some factors in the natural control of the wattle bagworm. *S. Afr. J. Sci.*, 17, pp. 291—301. — STEINHAUS, E. A. (1958). Stress as a factor in insect disease. *Proc. X. Intern. Congr. Ent., Montreal, 1956*, 4, pp. 725—730. — TANADA, Y. (1956). Some factors affecting the susceptibility of the armyworm to virus infection. *J. econ. Ent.*, 49, pp. 52—57.

## DISCUSSION

- J. M. CAMERON: Is the concentration of virus applied correctly expressed as polyhedra per cubic millimeter? The usual term is per milliliter.
- H. SHAW (auf schriftliche Anfrage): Because of the very large numbers involved and the method of counting in a special Helber counting chamber with a single Thoma ruling, the concentration of polyhedra is given per cubic milliliter. The concentration per milliliter would, of course, be one thousand times as great.

## BEDEUTUNG EINER KAPSELVIRUSKRANKHEIT BEIM AUFTRETEN VON HYPHANTRIA CUNEA DRURY

LEA SCHMIDT

Landwirtschaftliche Fakultät Zagreb

Der amerikanische Webebär hat sich in Jugoslawien von seiner ersten Erscheinung bis heute im östlichen Steppengebiet des Staates sowie auch in den großen Flußebenen in nördlichen und nordwestlichen Gebieten gut akklimatisiert. In diesen verseuchten Gebieten kommt er dauernd von Jahr zu Jahr vor, so daß er einen permanenten populationsdynamischen Typ des Schädling vorstellt. Die Intensität seines Auftretens schwankt in verschiedenen Jahren. Vor allem sind dafür Witterungsverhältnisse verantwortlich, besonders machen sich Winter- und Frühlingsmonate mit ungünstigen niederen Temperaturen und nassem Wetter bemerkbar. Man kann aber auch beobachten, daß es fast regelmäßig zu verschiedenen Populationsdichten der einzelnen Generationen, und zwar der ersten und zweiten Generation kommt. Demzufolge variiert auch der Grad der Schädlichkeit in Verbreitungsgebieten des amerikanischen Webebären. Die Populationsdichte der zweiten Generation ist jedoch meist viel höher als jene der ersten.

Unsere Untersuchungen der Ursachen der verschieden starken Populationen der einzelnen Generationen des Webebären führten uns zur Feststellung, daß jede Generation einem anderen Ökotyp angehört. Nach dem biotischen Potential kann man die erste Generation als Konkurrenztyp betrachten, weil in ihren Populationen, obwohl sie individuenärmer sind, größtenteils gesunde und relativ gegen äußere Resistenzfaktoren widerstandsfähige Tiere vorherrschen. Die zweite Generation erscheint gewöhnlich,

wenn Witterungsverhältnisse dafür günstig sind, massenhaft, aber normalerweise gehört eine größere Anzahl von Individuen dem Degenerationstyp an (kritische Anzahl). Eine interessante Beeinflussung der Populationsdichten durch Witterungsverhältnisse konnte man in den Jahren 1959 und 1960 beobachten, als die Bevölkerung der beiden Generationen durch Einwirkung hoher Feuchtigkeit und niedriger Temperaturen außergewöhnlich schwach entwickelt war.

Im Jahre 1957 entdeckten wir beim amerikanischen Webebären eine spezifische Kapselviruskrankheit, die in den Populationen als latenter Begleiter besteht. Normalerweise bricht diese Viruskrankheit in akuter Form bei den Individuen der zweiten Generation aus, so daß meistens gegen Ende der Entwicklung der Raupen Epizootien die Populationsdichte mäßig erschwächen. Während bei den Raupen der ersten Generation als Resistenzfaktoren Witterungsverhältnisse die größte Rolle spielen, ist für die zweite Generation die Kapselviruskrankheit der vorherrschende Regulator der Populationsdichte. Für ihren Ausbruch sind innere Faktoren entscheidend, die eine spezifische Struktur der Populationen schaffen, und zwar eine verschiedene Anzahl von Konkurrenz- und Degenerationstypen in den Populationen. Äußere Faktoren wirken auch bei der Aktivierung der Kapselviruskrankheit mit, doch bricht diese Krankheit auch unabhängig bei optimalen Witterungs- und Ernährungsverhältnissen aus, wenn auch mit geringerer Intensität als unter ungünstigen Verhältnissen.

In unseren Laborzüchtungen des amerikanischen Webebären, sowie auch in der Natur, konnten wir beobachten, daß die Kapselviruskrankheit auch bei den Raupen der ersten Generation aufschien, jedoch immer nur bei einzelnen Individuen. Die größte Zahl der Individuen entwickelte sich normal zur zweiten Generation. Diese Generation ging weiters massenhaft unter dem Einfluß der Kapselviruskrankheit zugrunde, meistens gegen Ende der Entwicklung der Raupen. Die Vernichtungstätigkeit der Viruskrankheit verursachte aber nie einen wirklichen Latenzzustand der Populationen wie es z. B. bei den Populationen des Schwammspinners unter Wirkung der Polyedrie in gewissen Zeitperioden gewöhnlich vorkommt. Der Webebär manifestiert sich deswegen von Jahr zu Jahr als permanenter Schädling, obwohl er eine latent-virotische Art darstellt.

Da sich die Kapselviruskrankheit als ständiger Begleiter des amerikanischen Webebären erwies, und zwar als latente Krankheit, die nach ihrem Ausbruch in die akute Form als wichtiger Regulator der Populationsdichte wirkte, richteten wir unsere exakten Untersuchungen auf Erforschung der Aktivatoren der Krankheit, sowohl der in der Natur vorhandenen, sowie auch jener, die man eventuell künstlich verwenden könnte. Diese Aktivatoren sind in erster Reihe äußere Faktoren, die in der Natur in verschiedener Intensität und Qualität oszillieren und sich in der Richtung der physiologischen Schwächung der Individuen in Populationen manifestieren, so daß es leicht zum Ausbruch der akuten Form der sonst latent vorhandenen Kapselviruskrankheit kommt. Zu natürlichen Faktoren zählen Witterungsverhältnisse, Nahrungsqualität und -quantität, andere Faktoren wie: pathogene Mikroorganismen usw. Möglichkeit von Vergiftungen mit ungünstig wirkenden Substanzen, besonders mit subletalen Dosen von Insektiziden, eventuelle Verletzungen der Verdauungsorgane, z. B. mit Straßentaub auf unreinen Blättern, könnten zu künstlichen Faktoren gezählt werden.

Auftreten und Entwicklungslauf der Kapselviruskrankheit des amerikanischen Webebären ist in der Natur, wie schon oben betont, im großen Maße abhängig von den herrschenden Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen. Nach Beobachtungen in der Natur und in Zuchten der Raupen unter ganz natürlichen Umweltbedingungen konnten wir sehen, daß vor allem hohe Feuchtigkeit und niedrige Temperaturen für die Entwicklung junger Raupen sehr ungünstig sind und hohe Mortalität verursachen.

Eine weitere große Rolle spielt aber auch die Nahrungsqualität. Bei adaequater Ernährung wie z. B. mit Blättern des Maulbeerbaums, ist die Mortalität der Jungraupen am kleinsten, die überlebenden Raupen können jedoch während der weiteren Entwicklung in größter Zahl bei ungünstiger Witterung zugrunde gehen. Bei diesen Raupen manifestiert sich fast in allen Fällen die akute Form der Kapselviruskrankheit. Ungünstige Witterungsverhältnisse wirken nach den erwähnten Beobachtungen als Aktivator der Viruskrankheit und zwar indirekt durch Schwächung der physiologischen Konstitution der Raupen. Resistente Individuen, die bis zum Ende der Entwicklung am Leben bleiben, gehören dem Konkurrenztypus an und scheinen eine andere genetische Struktur zu besitzen. Da sie gewöhnlich von der zweiten Generation abstammen, so erklärt es sich, warum es in der Natur zu fast regelmäßiger Verschiedenheit der Populationsdichten der ersten und zweiten Generation des Webebären kommt.

Was die Nahrungsqualität anbelangt, so manifestierte sie sich in unseren Untersuchungen als Aktivator der Kapselviruskrankheit in dreierlei Arten: Erstens, kann ungünstige Nahrung stufenweise zu physiologischer Schwächung der Raupen führen, so daß geschwächte Individuen der Population allmählich zugrunde gehen, was auch zur Vernichtung der gesamten Population führen kann. Im zweiten Falle gingen bei ungünstiger Nahrung zunächst Raupen der ersten Stadien zugrunde und eine gewisse Anzahl überlebender entwickelte sich normal weiter. Diese Raupen starben aber im letzten Stadium unter Symptomen der Kapselviruserkrankung ab. Ungünstige Nahrung bewirkte Mortalität der Webebär-Raupen auch auf solche Weise, daß die jüngeren Stadien viel längere Entwicklungszeit als normal beanspruchten und am Ende der Entwicklung auch meistens an der Kapselviruskrankheit abstarben.

Es wurden auch einige andere Aktivator der Kapselviruskrankheit untersucht, deren Auswirkung wir in einer anderen Publikation veröffentlichen wollen.

Auf Grund unserer bisherigen Forschungen über die Bedeutung der Kapselviruskrankheit für das Auftreten des amerikanischen Webebären kommen wir zu dem Schluß, daß diese Krankheit wohl eine wichtige Rolle als Regulator der Populationsdichte spielt, aber nicht zur Latenz der Population führt. So manifestiert sich der Webebär von Jahr zu Jahr als permanenter Schädling.

## DISKUSSION

G. BODENSTEIN: In USA ist der Webebär kein wichtiger, jedenfalls kein permanenter Schädling, während der eingeschleppte Schwammspinner ein permanenter Schädling ist; die Verhältnisse liegen also umgekehrt wie in Europa. Was ist über die Krankheiten wie *Hyphantria cunea* in Amerika bekannt?

L. SCHMID (auf schriftliche Anfrage): Der Schwammspinner ist in Jugoslawien zwar ein temporärer Schädling, der aber in kurzen Zeitabständen von 2—4 Jahren in starken Gradationen massenhaft vorkommt. Der wichtigste Regulator seiner Populationsdichte ist bestimmt die Polyederkrankheit. Nach Steinhaus wurden gewisse Spuren von Viruskrankheiten bei *Hyphantria cunea* bemerkt, aber etwas Näheres aus der amerikanischen Literatur ist uns nicht bekannt. Der Ausbruch von Erkrankungen, welche pathogene Mikroorganismen verursachen, hängt unserer Meinung nach, auch bei latent-virotischen Arten, von klimatischen Verhältnissen des Gradationsgebietes und der Nahrungsart ab.



# SOME INSECT AND MITE INJURIES RESEMBLING PLANT VIRUS SYMPTOMS

FLOYD F. SMITH

Entomology Research Division, and

PHILIP BRIERLEY

Crops Research Division, Agricultural Research Service, U.S.D.A.

Information on plant diseases caused by the feeding of toxiniferous insects was summarized from available references up to the end of 1950 in two reviews by Carter (1939, 1952). Severin et al. (1945) described feeding injury by noninfective individuals of the leafhopper *Xerophloea vanderzeei* Haw. that closely resembled symptoms of aster yellows and curly top. Severin (1947) also described the symptoms of direct feeding injury by 10 species of leafhopper vectors of California aster yellows on China aster and celery. The present paper describes several cases of direct feeding injuries by insects and mites that resemble or might be confused with symptoms of virus diseases in the respective hosts. We encountered them in the course of vector studies on virus diseases in carnation, chrysanthemum, dahlia, delphinium, lily, tobacco, and tomato.

Western aster yellows transmitted by dodder from Vinca to carnation causes slight stunting of growth and marked curling and twisting of leaves (Brierley and Smith [1957a]). Feeding injury by the eriophyid mite *Aceria paradianthi* Keif. causes a dwarfing and distortion or twisting of terminal leaves similar to this aster yellows virus. However, the mite injury shows less marked leaf curling and is further distinguished by the removal of waxy bloom which results in greenish foliage. In our experiments, *paradianthi* did not transmit aster yellows, mosaic, streak, mottle, or ringspot virus in carnation. In contrast to these negative results, the wheat curl mite, *A. tulipae* (Keif.), (Slykhuis 1955) not only causes direct mosaic-like feeding injury to wheat but also transmits wheat streak mosaic virus. We observed feeding injury by this mite on onions in 1942 that closely resembled onion yellow dwarf virus symptoms in the same onion varieties. More recently Lange (1955) reported that it caused a virus-like injury on garlic with symptoms of twisting, curling, and yellow mottling. To further add to the confusion in diagnosis, the mite causes most of the damage during storage. The symptoms appear on new growth and may persist throughout the growing period.

Jones (1945) reported transmission of carnation streak virus, but not mosaic virus, by *Myzus persicae* (Sulz.). In our experiments *persicae* proved an efficient vector of the carnation mosaic virus, but failed to transmit the streak virus. Also in our experiments (Brierley and Smith, 1957b, 1958), the carnation aphid, *Myzus persicae* var. *dianthi* (Schrank), caused a direct feeding injury in carnation leaves in the form of yellowish spots later turning brown and necrotic, symptoms closely resembling those of streak; but *dianthi* failed to transmit either carnation streak or carnation mosaic. We feel that Jones must have used *dianthi* in his tests and misinterpreted the feeding injury as evidence of streak virus transmission. Woods (1900) termed this injury "stigmonose" in studies in which he established that the injury was caused by aphid-feeding and not by bacterial infection, as originally conjectured. This carnation aphid, formerly common on greenhouse carnations, causes spotting and dwarfing of plants and blasting of flower buds but has disappeared in many areas with the regular use of phosphorus insecticides. Growth after removal of this aphid is normal. Whereas *dianthi* is restricted to carnation and closely related hosts, *persicae* in our tests never survived for more than a few days on carnation and did not cause direct feeding injury.

The symptoms of "Delphinium blacks", referred to as a transmissible virus of Delphinium by some writers, have been reproduced in our studies by feeding of the cyclamen mite, *Steneotarsonemus pallidus* (Banks), on this host plant. Feeding injury by the

delphinium aphid *Aphis rociadae* Ckll. also results in virus-like distortions of delphinium foliage, but the blackening symptoms of mite infestations are less pronounced or lacking.

The direct feeding injury by the foxglove aphid, *Myzus solani* (Kltb.), has been recognized for many years (Severin and Freitag 1938). Later, Smith and Brierley (1948) described the similarity of symptoms in Easter lily by feeding injury of *solani* (= *convulsi* Kltb.) and lily rosette virus transmitted only by *Aphis gossypii* Glov. In our more recent experiments, *solani* caused direct feeding injury on dahlia that closely resembled dahlia mosaic in its early stages. Yellow angular spots appeared at the feeding sites after a few days. These spots and also varying degrees of leaf distortion persisted, but new growth was normal. The foxglove aphid also transmitted dahlia mosaic which had an incubation period of 2 to 6 weeks and symptoms of virus infection appeared on young leaves (Brierley and Smith 1950). In transmission tests of aspermy virus on tobacco and tomato, this aphid caused bright yellow mottling of young leaves, constriction of chlorotic areas, and downward bending of leaf petioles within 4 days after exposure to aphids. Leaves that developed later were normal. In spite of its severe direct feeding injury *solani* is the most efficient vector yet found for tomato aspermy virus (Brierley et al. 1955) in chrysanthemum, tobacco, and tomato.

The chrysanthemum flower-distortion virus which causes a yellows type of disease is transmitted by grafting and by dodder (Brierley and Smith 1957a). It has not been transmitted by aphids or six-spotted leafhoppers in laboratory experiments or by exposure to other insects in field plantings at Beltsville. Direct feeding injury by the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (P. de B.), caused browning and distortion on the chrysanthemum flower buds that are indistinguishable from symptoms following infection by the flower-distortion virus. Suspected plants from field tests produced normal growth and flowers when freed of tarnished plant bugs and grown to flowering stage in the greenhouse.

Nymphs of the spittlebug, *Clastoptera Xanthocephala* Derm., cause a marked stunting, curling, and downward cupping of leaves on infested chrysanthemum shoots. The symptoms closely resemble those produced by the Rayonante rosette virus in the chrysanthemum variety, Blazing Gold, and thus far transmissible only by grafting.

By direct feeding, the leaf-curling plum aphid, *Anuraphis helichrysi* (Kltb.), causes marked chlorotic spotting and distortion of young chrysanthemum leaves which closely resemble the stunt virus symptoms in the same varieties. This aphid was a non-vector of chrysanthemum stunt as well as of tomato aspermy in chrysanthemum (Brierley et al. 1955).

These observations lend support to the constant need for differentiating symptoms of direct feeding injuries from virus symptoms and the danger of misinterpreting symptoms by field diagnosis. They also contribute to earlier reports that efficient vectors may also cause severe direct feeding injuries on the same host.

#### LITERATURE CITED

- BRIERLEY, PHILIP and FLOYD F. SMITH. 1950. Some vectors, hosts, and properties of dahlia mosaic virus. *Plant Dis. Reporter* 34 (12): 363—370. — BRIERLEY, PHILIP and FLOYD F. SMITH. 1957(a). Symptoms of chrysanthemum flower distortion, dodder transmission of the virus, and heat cure of infested plants. *Phytopath.* 47 (7): 448—450. — BRIERLEY, PHILIP and FLOYD F. SMITH. 1957(b). Carnation viruses in the United States. *Phytopath.* 47 (12): 714—721. — BRIERLEY, PHILIP and FLOYD F. SMITH. 1958. Carnation viruses. *Florists' Rev.* 122 (3168): 21—22; 93—94, Aug. 14. — BRIERLEY, PHILIP, FLOYD F. SMITH and S. P. DOOLITTLE. 1955. Some hosts and vectors of tomato aspermy virus. *Plant Dis. Reporter* 39 (2): 152—156. — CARTER, WALTER. 1939. Injuries to plants caused by insect toxins. *Bot. Rev.* 5: 273—326. — CARTER, WALTER. 1952. Injuries to plants caused by insect toxins. II. *Bot. Rev.* 18: 680—721. — JONES, L. K. 1945. Mosaic, streak, and yellows of carnations. *Phytopath.* 35: 37—46. — LANGE, W. H., Jr.

1955. *Aceria tulipae* (K.) damaging garlic in California. Jour. Econ. Ent. 48 (5): 612—613. — SEVERIN, H. H. P. 1947. Plant symptoms induced by feeding of some leafhopper species. Hilgardia 17 (5): 219—226. — SEVERIN, H. H. P. and J. H. FREITAG. 1938. Western celery mosaic. Hilgardia 11: 495—558. — SEVERIN, H. H. P., J. H. FREITAG, F. D. HORN and N. W. FRAZIER. 1945. Certain symptoms resembling those of curly-top or aster yellows, induced by saliva of *Xerophloea vanduzeei*. Hilgardia 16: 337—360. — SLYKHUIS, J. T. 1955. *Aceria tulipae* (Keifer) (Acarina Eriophyidae) in relation to the spread of wheat streak mosaic. Phytopath. 45: 116—128. — SMITH, FLOYD F. and PHILIP BRIERLEY. 1948. Simulation of lily rosette symptoms by feeding injury of the foxglove aphid. Phytopath. 38: 849—851. — WOODS, A. F. 1900. "Stigmonose" a disease of carnations and other pinks. U.S. Dept. Agric. Div. Veg. Phys. & Path. Bull. 19, 30 pp.

## DISCUSSION

- K. SMITH: Do you know what is the present status of the mealy bug wilt disease of pineapple. Has it now been shown to be a virus?
- F. F. SMITH: No, it is still considered to be a disease caused by a systemic toxia injected by the mealy bug.
- K. HEINZE: In Deutschland traten 1960 schwere Saugschäden an Sommerastern (*Callistephus*) auf, die große Ähnlichkeit mit einer Viruserkrankung hatten. Später verwuchsen sich die Schäden wieder, die Pflanzen kamen zur Blüte, blieben aber etwas kleiner.
- R. DELATTRE: Chez certaines plantes, et en particulier sur le cotonnier nous avons observé des déformations très diverses, causées par les piqûres de larves et d'adulte de Thrips — Il est remarquable que les déformations se maintiennent sur des organes du végétal formés très longtemps après la disparition des Thrips (parfois 3—4 mois) ce qui augmente les possibilités de confusion avec une maladie à virus.  
(Il existé sur cotonnier des maladies à virus mais celle-ci ne sont pas transmises par les Thrips.)

## THE EPIZOOTIOLOGY OF INSECT VIRUSES

C. G. THOMPSON

Western Forest Biology Laboratory Forest Service, United States Department of Agriculture  
Corvallis, Oregon

Epizootiology may be defined as the study of the course of disease in animal populations. It deals with mass phenomena rather than with individual cases of disease. The progress of an epizootic is commonly compared to a wave or to a series of waves. The incidence of virus disease is rarely static in a host population and, of course, the insect populations are also rarely, if ever, static. The study of epizootics, then, involves two primary factors, disease incidence and host population, which are constantly in a state of change. The ecological factors which influence disease incidence and insect population densities soon become involved in any serious study of epizootics. A thorough study of even a single epizootic soon becomes very complex. A shortcoming common to most reports on epizootics is the lack of information concerning the pre-epizootic period. With our present lack of knowledge it is almost impossible to predict the occurrence of an epizootic before it is well underway. As a result, it is most often only the striking epizootic peaks which are brought to the attention of the insect pathologists. A few more complete studies of epizootics have been made, however, and from these we may patch together, with theory, a sketchy picture of the epizootiology of some of the insect viruses.

Some factors which influence epizootics may operate on the virus or the host independently. Others effect the host-virus relationship in which the relationship must be considered as an entity. The viruses themselves are subject to environmental influences. In addition, there may be considerable variation in virulence between virus particles of the same species. Considerable increase in virulence of a virus may be achieved through careful selection for this factor.

Ossowski, 1960, has reported a variation in virus virulence corresponding to the degree of geographical separation between the test population and the virus source. Rivers, 1958, reports the development of virus resistance in *Pieris brassicae* (L.) through constant challenge of a laboratory culture of the insect.

Rearing at a constant high temperature appears to make some insects quite resistant to virus infection (Thompson, 1959). Warm weather coupled with high humidity, on the other hand, is reported to be essential for an epizootic of polyhedrosis in the Gypsy Moth, *Porthetria dispar* (L.).

The dispersion of a virus in the environment of the host may be greatly influenced by wind, rain, and dust. Parasites and predators may be important vectors. My own experiments with *Apanteles medicagines* Muesbk., a parasite of the alfalfa caterpillar, *Colias philodice eurythme* Bsdvl., demonstrated that when these parasites emerge from or oviposit in polyhedrosis infected larvae, they become reliable vectors of the virus.

Perhaps the most important factor in the dispersal of a virus is the host itself. Population density appears to play a very important role in this regard. Epizootics are almost always reported as associated with high host populations. Apparently a continuous physical contact throughout the population is necessary in order to achieve a high incidence of infection.

Both larvae and adults operate in the dissemination of a virus. Transmission from larva to larva serves to further the build up in intensity of an epizootic while the adults aid in carrying the virus over from one generation to the next as well as in spreading the disease geographically.

It must be kept in mind that epizootics operate in time as well as in space. In temperate regions, an insect may exist in the feeding larval stage for only a limited portion of the year. In some univoltine species the larval stage may be present during only one month of the year. For an epizootic to continue from one year to the next the virus must be carried over either through the insect or on the host plant. A number of observations have been reported in which viruses are carried over from the larvae, through the pupae and adults and transmitted in association with the eggs. There may actually be a very marked increase in disease incidence connected with this phenomenon. A number of insects appear to become immune to their viruses once they have passed the first three or four larval instars. While these "immune" larvae do not develop a lethal infection following exposure to their virus, they may develop non-lethal infections of varying intensity. In some, the disease results in complete or partial sterility in the adult stage; others are able to produce fertile eggs but the resulting larvae die of polyhedrosis a few days after egg hatch. The most common course of ovarial transmission in nature, however, appears to be one in which the second generation larvae become nearly mature before they die. The phenomenon just described may help to explain the apparent explosion of epizootics so often reported.

Even in the absence of a latent virus, unfavorable conditions or stress factors undoubtedly weaken the stressed insects and it is reasonable to assume that these weakened larvae are more susceptible to virus infection. In some cases, at least, stress alone is not capable of causing an epizootic. I have observed tremendous populations of the tent caterpillar, *Malacosoma fragili* Stretch, dying of starvation while at the same time



subject to other stresses such as intense heat, sunlight, dessication or excess moisture and high humidity without showing any sign of the polyhedrosis to which they are susceptible. Similar observations have been made with the alfalfa caterpillar.

On the other hand some insect species do seem to be subject to stress factors which, presumably, activate a latent virus. Epizootics of polyhedrosis in the gypsy moth, for example, are commonly described as occurring during hot humid weather. It has been reported that gypsy moth larvae reared under conditions of high temperature and high humidity almost always develop polyhedrosis regardless of whether or not they are exposed to virus material. Larvae reared under conditions lacking either high temperature or high humidity usually failed to develop polyhedrosis even when fed massive doses.

Alternate insect hosts appear to play an important role in some epizootics. Particularly striking was a situation I recently observed involving the eastern tent caterpillar, *Malacosoma americana* (F.), and the forest tent caterpillar, *M. disstria* Hbn. Each of these species is susceptible to the polyhedrosis virus of the other. In fact, the same virus or strains of the same virus may be involved. *M. americana* is considerably more susceptible to the virus (or viruses) than is *M. disstria*, however. *M. americana* also develops about three weeks earlier in the season than does *M. disstria* and in this area was attacking primarily black cherry while the latter species was on various species of oak and maple. The two insect species do not ordinarily feed on the same species of host tree. In this case, however, *M. americana* completely defoliated the black cherry trees, and the nearly mature larvae dispersed to the other tree species in the forest. Their strong gregarious instinct caused them to join up with newly hatched colonies of *M. disstria*. Shortly after this took place, very heavy polyhedrosis caused mortality occurred in the *M. americana* population resulting in massive liberation of virus in the immediate environment of the young *M. disstria* larvae. Heavy mortality in these larvae occurred two to three weeks later. Earlier in the season, a number of egg masses of each species had been collected, the diapause broken and the larvae from each egg mass reared as individual colonies. Almost complete mortality from polyhedrosis occurred in the *M. americana* colonies while none at all was found in the *M. disstria* colonies. It would appear, therefore, that the epizootic in *M. disstria* was due solely to the one occurring in *M. americana*.

A somewhat different situation has been observed with two sawflies, *Neodiprion sertifer* (Geoff.), and *N. pratti* attacking several species of pine in the eastern United States. Each is susceptible to the polyhedrosis of the other. Outbreaks of the two sawfly species do not necessarily coincide, and one or the other species may exist at a very low level for considerable periods. Polyhedrosis is more regularly present, however, since it develops in both species and is less likely to disappear from the environment than would be the case if it were found in only one species.

The degree of virulence in terms of lethality is commonly used as a measure of the effectiveness of a virus. The artificial induction of epizootics conducted in the past has almost always consisted of efforts to kill as many insects as quickly as possible. While this may, in many cases, be necessary, the value of low lethality should not be overlooked. A virus of low lethality, once established in a population, should be a much more stable and permanent factor in insect population dynamics than a virus which invariably kills its host.

An epizootic of a highly lethal virus functions at the expense not only of its host, but also at the expense of all other agents of biological control. An outbreak of a virus of this type may be expected to reduce the host insect population—not to just an economically acceptable level, but to a point far lower than necessary. In local areas the host insect may even be eradicated. The lethal virus has then not only nearly destroyed the

pest insect population, it has also eliminated many of the other biological control agents. The ability of a virus to persist on the host plant of the insect in the absence of the insect is greatly limited, particularly where herbaceous plants are involved. Epizootics of virulent viruses therefore tend to run in cycles of extremes, and force the pest insects into similar cycles. The cycles do not exactly coincide however, and the periods of great insect abundance start before the virus epizootic. Great damage to the host plant may be expected before the effect of the disease is felt.

The viruses are host population density dependent to a much greater extent than are the insect parasites and predators. Some of the viruses, however, have been reported able to persist at a low level in sub-economic host populations. Both the disease incidence and the insect population fluctuate, the virus incidence increasing and decreasing with the host population. The virus serves as a reserve force which exerts its influence whenever the other biological control agents temporarily lose their power to hold the pest population in check.

In planning the artificial induction of virus epizootics it might be well to consider the possibility of introducing the virus before the insect reaches outbreak proportions. If a virus could be established at a relatively low incidence in such populations it might serve as a more or less permanent check against population explosions.

The present discussion has dealt primarily with epizootics of nuclear polyhedroses. Epizootics of other types of viruses have not been sufficiently studied to allow more than speculations concerning them. With some exceptions, the other virus groups appear less virulent than the polyhedroses, and this may account for their neglect by epizootiologists. I have not previously made any distinction between the polyhedroses found in the Lepidoptera and those found in the sawflies in the Hymenoptera. The differences in histopathology between these two groups are well known and these differences have considerable effect on epizootiology. Sawflies dying of polyhedrosis usually drop from the tree without leaving large amounts of virus behind. Lepidopterous larvae dying of polyhedrosis, on the other hand, usually remain attached to the host plant and, in addition, frequently rupture to smear the plant with considerable amounts of virus material. Trees on which Lepidopterous larvae have died frequently remain highly infective over winter while trees on which sawflies have died usually lose their infectivity over winter.

Judged by the information now available, we must assume that epizootics vary considerably in their methods of action. The thorough study of the epizootics of one virus may not always produce results which can be applied to any other virus. Much greater efforts must be made in the study of epizootics than heretofore before we can develop an adequate understanding of the subject.

#### REFERENCES

- OSSOWSKI, L. L. J. 1960. Variation in Virulence of a Wattle Bagworm Virus. *J. Insect Pathol.*, 2, 35—43. — RIVERS, C. F. 1958. Virus Resistance in Larvae of *Pieris brassicae* (L.). *Trans. I Int. Conf. Insect Pathology and Biological Control, Praha, 1958*, 205—210. — THOMPSON, C. G. 1959. Thermal Inhibition of Certain Polyhedrosis Virus Diseases. *J. Insect Pathol.* 1, 189—192.

# MULTIPLICATION AND ULTRASTRUCTURE OF INSECT VIRUSES

KENNETH M. SMITH & G. J. HILLS

Agricultural Research Council Virus Research Unit, Huntingdon Road, Cambridge

(See plate XIX)

## Introduction

We do not yet possess sufficient knowledge to make a comprehensive comparative survey of the mode of multiplication of viruses in general. Nevertheless a brief statement of what is known makes a useful background against which to examine the somewhat meagre information available on the development of insect viruses.

From a survey of what is known on the replication of the viruses of plants and the higher animals a general picture of biosynthesis emerges, an assembly rather than a multiplication, or as Luria (1958) puts it—"virus multiplication belongs on the level of the replication of sub-cellular elements, that is, on the level of cell growth rather than of cell multiplication."

In the replication of many viruses, especially the smaller entities, a dual process is involved in which the protein and nucleic acid are formed separately, and then polymerized into the infectious particle. This two-step process is supported by the so-called 'eclipse phase' which is a lag period between the time of entry of the virus into the cell and the production of mature infectious virus particles.

The general picture of the behaviour of tobacco mosaic virus (TMV) in a susceptible cell is as follows; on entering a cell the ribonucleic acid (RNA) is denuded of its protein coat. Thereafter follows the eclipse phase during which the RNA is replicated and the protein sub-units formed, these two components presumably being formed separately and simultaneously. The protein sub-units are then assembled round the RNA giving rise to the characteristic rod-shaped particle of TMV.

It has been shown that the RNA alone is capable of initiating infection (Gierer & Schramm 1956, Fraenkel-Conrat 1956) and this offers further evidence on the existence of an 'eclipse phase' since inoculation with RNA alone produces a response (local lesions) on the test plant some eight hours before that produced by inoculation with complete virus. This interval is presumably occupied by the time required for the removal of the protein coat from the complete virus particles.

The whole process has been carried out *in vitro* whereby infectious TMV has been reconstituted with an anomalous non-infectious protein isolated from diseased plants and with nucleic acid isolated from tobacco mosaic virus (Takahashi, 1959).

A somewhat similar sequence of events seems to take place in the replication of fowl plague virus (FPV). Virus penetrates the cell, and there enters upon a non-infectious stage, the details of which are not known. The first sign of virus multiplication then appears in the cell nucleus where the RNA is being synthesized. This material then goes out into the cell cytoplasm where the protein (HA antigen) is being formed; the final process of assembly is the covering of the RNA ('S' antigen) with protein and lipid material (Schäfer 1959). In this case we have an RNA virus in which the nucleic acid is synthesized in the nucleus, later on we shall consider an insect DNA virus in which the DNA is synthesized in the cytoplasm.

## The Insect Viruses

It may be useful to describe very briefly the different types of insect viruses so far as present knowledge goes, and then to recapitulate shortly the views of different workers on insect virus replication.

There are three main groups of viruses attacking insects, those causing the *polyhedroses*, those causing the *granuloses*, and the viruses which are free in the tissues of the host.

In the polyhedroses the viruses are occluded in many-sided protein crystals, the polyhedra, and there are two groups of polyhedroses. The first is the nuclear polyhedrosis in which the virus multiplies in the cell nucleus, and in which the virus is normally

rod-shaped. The second is the cytoplasmic polyhedrosis in which the virus multiplies in the cytoplasm and is spherical or near-spherical—icosahedral—in shape. An exception to this is a recently described polyhedrosis in the Neuroptera in which the cytoplasmic polyhedra contain a rod-shaped virus (Smith, Hills & Rivers, 1959).

In the granuloses the virus particles are rod-shaped and appear to multiply in the cytoplasm; one virus rod, or occasionally two, is enclosed in a minute 'granule' which is actually also a protein crystal.

Only two free viruses have so far been recorded as attacking insects and these are spherical or near-spherical in shape.

There is much disagreement among the different workers as to how the rod-shaped viruses reproduce. The idea of a 'life-cycle' was first put forward by Bergold (1950) who made an examination of virus suspensions under the electron microscope, and arranged a sequence of all particles found into a developmental and multiplication cycle. He then proposed the following cycle for the rod-shaped polyhedrosis and granulosis viruses; the development of these viruses begins with one or several small spheres (measuring about 20 m $\mu$  in diameter) that grow within a developmental membrane. These spheres elongate to kidney- and then to V-shaped forms, and appear finally as straight rods still within the developmental membrane. At some period during this process each rod becomes surrounded by the intimate membrane. The rods with both membranes constitute the infectious virus that attaches to the host cell and nuclear membrane by a thin protrusion. In an unknown way spherical sub-units are released from the intimate membrane; these spheres begin the cycle again (Bergold, 1958).

In a recent paper Bird (1959) gives his interpretation, and suggests the following developmental sequence. The polyhedra are ingested by a larva and dissolve in the gut, liberating virus rods. The rods attach to the mid-gut cells and release infectious sub-units. These pass through the mid-gut epithelium, which, in lepidoptera, is not susceptible to infection, and enter a nucleus of a susceptible cell. Multiplication takes place within the nucleus, and spherical bodies are formed; each sphere contains 'germs' for a number of virus particles, the mature form of which is rod-shaped. Bundles of rods, still contained by their developmental membranes, are surrounded by protein which crystallizes to form polyhedral inclusion bodies. Rods from some of the bundles escape from their developmental membranes, are never occluded by polyhedral protein, and attach to other materials in the nucleus. They release sub-units which penetrate and pass out through the nuclear membrane and infect adjacent cells. The weak link in this chain of events seems to us to be the fact that the sub-units of the rods and the 'germs' have never been observed on the electron microscope.

These conceptions of Bergold and Bird are plainly influenced by ideas of the conventional development of organisms and seem out of step with the biosynthesis of other viruses.

Opposing views to the foregoing were put forward by a number of other workers. Hughes (1953) says that his investigation throws very little light on the nature of spherical forms of the virus rods and, in fact, presents little evidence of their existence. Smith & Xeros (1954) suggested that the virus rods may arise in the chromatic mass by differentiation of anomalous pre-virus materials which accumulate in the chromatic masses. They regarded the few spherical particles observed as rods cut at right angles.

Xeros (1955) considered that the virus rods differentiate within vesicles in the chromatic masses. They begin as fine rodlets, increase in situ to their final size and are then set free and become enveloped by independently formed and still growing membranes.

Day et al. (1958) also state that virus multiplication takes place in the rod stage and the acquisition of membranes occurs subsequently. They consider that the virus rod



KENNETH M. SMITH and G. J. HILLS: Multiplication and ultrastructure of insect viruses

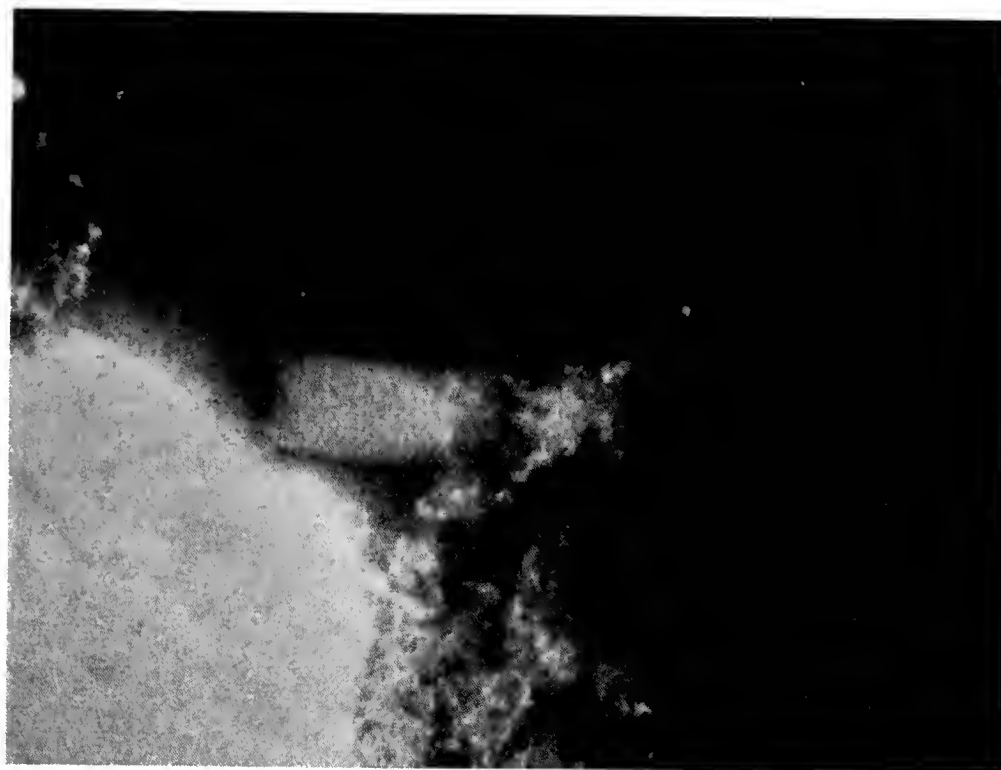


Fig. 1. The full intimate membrane of a granulosus virus rod from the larva of *Pieris brassicae* showing the close packed helical structure.

× 240,000

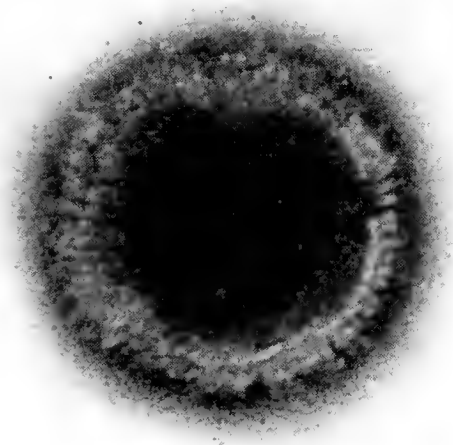


Fig. 2. Particle of the *Tipula* iridescent virus negatively stained showing the sub-units comprising the membrane.

× 360,000



may break up prior to its entry into the synthetic mechanism of the cell. Such a stage would be equivalent to the 'eclipse' phase previously mentioned in viruses attacking plants and the higher animals. Day *et al.* say they have observed instances where the rods show evidence of dense axial material and suggest that they may consist of hollow protein rods possibly with deoxyribosenucleic acid near the axis in a manner similar to the rod of tobacco mosaic virus with ribosenucleic acid. Two other workers have claimed the existence of an eclipse phase in the development of the virus rods in the silkworm *Bombyx mori*. Krieg (1958) found that the infectivity of the injected virus had a significant decrease shortly after injection and a first increase 4.5 hours later. The eclipse period recurred 12.5 hours after infection. Krieg postulates a developmental cycle consisting of dissociation of the virus with loss of individuality and infection, synthesis of sub-units and association of these in connection with the appearance of infectious virus. Yamafuji *et al.* (1954) also believe that the virus rods from *B. mori* break down on entry into the cell, since they were unable to recover injected virus in an infectious form 5—7 hours after inoculation.

We have approached the problem from a slightly different aspect; our idea was to study the ultrastructure of the virus particle and so to obtain some conception of the different parts of the virus and their method of assembly. To do this we employed some of the new electron 'stains' particularly the negative staining technique with phosphotungstic acid (Brenner and Horne, 1959).

Three types of insect viruses have been studied, those of the nuclear polyhedroses, of the granuloses and a free virus from a fly larva known as the *Tipula* iridescent virus.

### The Rod-shaped Viruses

So far as the rod-shaped viruses are concerned we have not yet been able to observe the assembly of the new particles but some of our observations on the ultrastructure of the rods may be of interest, and there appears to be a difference in the fine structure of the rods from the nuclear polyhedroses and the granuloses respectively.

In the breakdown of the virus rods from the nuclear polyhedroses the first stage in the liberation of the contents of the intimate membrane is the peeling off of the outer capsule. The capsules break in the centre and fold backward thus forming two spheres still joined in the middle. These finally break apart and we consider them to be the same as Bergold's spherical sub-units, which he said were discharged from the intimate membrane. The intimate membrane is then exposed and it measures about 20 Å in thickness; it has a slightly different structure at either end. At very high magnification the contents of the intimate membrane give the appearance of a wide-spaced helix; these contents are discharged from either end of the intimate membrane and appear to uncoil as they flow out. We consider that this helix is in part nucleic acid (DNA) and it differs markedly from Bergold's 'sub-units'.

The morphological detail of the virus rod extracted from the granulosis disease differs in a slight respect from the foregoing. The intimate membrane shows a close-packed helical structure but whether this is formed by the membrane or its contents is not yet clear. Fig. 1. However, we have not been able to resolve this helix on empty intimate membranes. Another point of difference from the virus rod of the nuclear polyhedrosis is the presence of a head capsule at either end of the intimate membrane, the purpose of which is not known.

As already mentioned we have not yet observed the assembly of the parts forming a new infective rod, but we consider that the presence in both types of virus of a helical structure similar to that observed in the rod of tobacco mosaic virus strongly suggests a similar method of assembly.

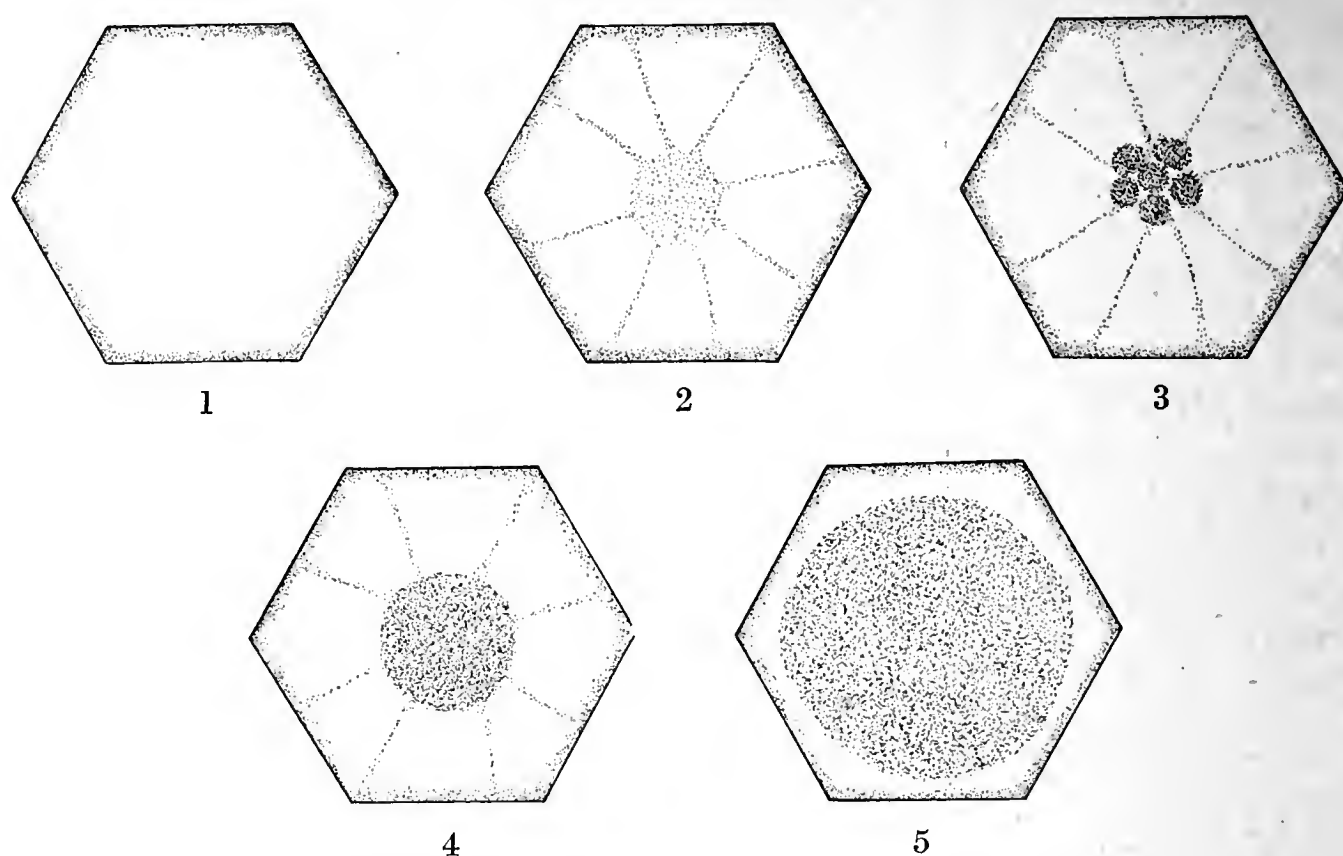


Fig. 3. Diagram of possible growth stages of the *Tipula* iridescent virus.

### The *Tipula* Iridescent Virus

Much of our attention has been directed towards the study of the method of replication in the *Tipula* iridescent virus (TIV). This remarkable virus is transmissible not only to a variety of dipterous larvae but into totally different orders, such as the lepidoptera and coleoptera (Smith & Rivers, 1959). It also has the power to multiply in practically any part of the insect's body including the fatbody, muscles, skin, legs, head and the wing buds of lepidopterous pupae. In consequence we have been able to examine the virus under very varied host conditions. Since it is not yet possible to grow TIV in tissue culture, we have examined ultrathin sections of infected fatbody in the early stages of the disease in various types of insects but especially in the larvae of *Pieris brassicae* some 6—12 hours after infection.

There is one outstanding phenomenon which has been observed in the replication of many spherical or near-spherical viruses, from both plants and animals, and that is the appearance of large numbers of empty protein shells of the same size as the virus. This phenomenon was first observed by Markham & Smith (1949) with the plant virus causing turnip yellow mosaic. These empty shells, called 'top component' because they form the top layer during ultracentrifugation do not contain RNA and are therefore not infectious. Somewhat similar empty shells have been described by Horne & Nagington (1959) in studies on the structure and development of poliovirus. The highest count of empty shells they recorded was 11—14 per cent at 5½ hours after infection.

Examination of the empty shells of TIV by negative staining on the electron microscope shows them to be composed of 812 protein sub-units with which are lipids apparently helping to bind the sub-units unto a rigid structure. Fig. II. The sub-units measure 85 Å by 140 Å and are hollow and hexagonal when viewed end-on. They are arranged to form a 20-sided solid figure (icosahedron) each side being an equilateral triangle. The presence of these empty shells can be demonstrated in homogenates of infected fatbody and also in ultrathin sections of fixed fatbody and other organs.

In ultrathin sections of the shells threads can be seen radiating from the centre; the next apparent stage is the build-up of spherical accumulations in the centre of the particle



which we consider to contain the DNA. As development proceeds the space between the spheres and the inner surface of the protein sub-unit-shell becomes filled up, and is then the mature virus particle. These stages are shown in the diagram (Fig. 3).

Van Tubergen (unpublished) was able to show the presence of objects the size of TIV, six hours after the injection of TIV into the larvae of *Pieris brassicae*. The electron microscope showed these to be apparently immature virus particles consisting of collapsed and partially empty shells.

#### REFERENCES

- BERGOLD, G. H. (1950). *Canad. J. Research, E*, 28, 5. — BERGOLD, G. H. (1958). In "Handbuch der Virusforschung". R. Doerr & C. Hallauer, eds. IV, 3. Springer, Vienna. — BIRD, F. T. (1959). *J. Insect Path.* 1, 406. — BRENNER, S. & HORNE, R. W. (1959). *Biochim. et Biophys. Acta*, 34, 103—110. — DAY, F. M., FARRANT, J. L. & POTTER, C. (1958). *J. Ultrastruct. Research* 2, 227. — FRAENKEL-CONRAT, H. (1956). *J. Am. Chem. Soc.* 78, 882. — GIERER, A. & SCHRAMM, G. (1956). *Nature* 177, 702. — HORNE, R. W. & NAGINGTON, J. (1959). *J. Mol. Biol.* 1, 333. — HUGHES, K. M. (1953). *Hilgardia*, 22, 391. — KRIEG, V. A. (1958). *Zeitschr. f. Naturforsch.* 13b, 1, 27. — LURIA, S. E. (1958). *Protoplasmatologia*, IV. Springer, Vienna. — MARKHAM, R. & SMITH, K. M. (1949). *Parasitology*, 39, 330. — SCHÄFER, WERNER (1959). In *Perspectives in Virology*, p. 22. Morris Pollard. Ed. John Wiley & Sons. — SMITH, K. M., HILLS, G. J. & RIVERS, C. F. (1959). *J. Insect Path.* 1, 431. — SMITH, K. M. & RIVERS, C. F. (1959). *Virology* 9, 140. — SMITH, KENNETH M. & XEROS, N. (1954). *Parasitology* 44, 71. — TAKAHASHI, W. N. (1959). *Virology* 9, 437. — XEROS, N. (1955). *Nature* 175, 588. — YAMAFUJI, K., YOSHIHARA, F., and SATO, M. (1954). *Enzymologia* 17, 152.

## ENVIRONMENTAL FACTORS AND EPIDEMICS OF POLYHEDROSIS IN GYPSY MOTH LARVAE

ROBERT C. WALLIS

The Connecticut Agricultural Experiment Station New Haven, Conn., USA

The effect of environmental factors on epidemics of polyhedral disease is a controversial subject, particularly the part played by temperature and relative humidity on the incidence of the disease in populations of gypsy moth larvae. Differences of opinion are largely due to the complexity of the problem, for it is impossible to say that any one factor is the principal or chief cause of epidemic activity when multiple causation is so obvious. Certainly such factors as pathogenicity of the virus, susceptibility of the host, the phenomenon of latency of the virus in an insect population, competition and overcrowding, and the type and amount of food plant available, are all very important in determining the course of a virus infection in an insect population. With such factors interacting, it is often only in certain circumstances that the effect of any particular one can be observed. In such circumstances Wallis (1956) reported the influence of an environmental factor (high relative humidity) on the incidence of polyhedrosis in the gypsy moth larval population in the United States. This report aroused such interest that it seems pertinent at this time to discuss it further and to present a summary of results of more recent work on the relationship between relative humidity and gypsy moth larval activity.

It was suggested in 1956 (Wallis, 1956) that inasmuch as the gypsy moth infestation in New England appeared to result from the single original introduction of the insect

into Massachusetts in 1869, it was reasonable to postulate that a latent virus infection transmitted from generation to generation should have become widely dispersed throughout the natural population. Experimental evidence was obtained to support this theory. Egg masses collected from a variety of ecologic situations in widely separated sites were reared in the laboratory under stress conditions particularly designed to prevent cross contamination between colonies. Regardless of the origin of the egg masses, polyhedrosis appeared in all of the subsequent larval colonies. Of the various stress conditions tested, the most effective procedure for eliciting a repeatable incidence of the disease was utilization of excessive relative humidity at temperatures ranging between 80 and 85 degrees F. The daily attack rate within a diseased colony was lowered by reducing the relative humidity within the rearing cage. During the experimental manipulation of relative humidity, a number of interesting results were obtained. It was noted that larval migration and feeding were stimulated by reducing the humidity, whereas these activities were retarded under conditions of high humidity (Wallis 1959). In addition, newly hatched larvae, during the three- to five-day period prior to feeding on foliage, were not susceptible to humidity changes, whereas the older larvae were affected. Thus, because larval migration, feeding activity and the incidence of polyhedral disease were all related to humidity, further experiments were conducted to find the mechanism of physiologic stress that was involved in the reactions.

First to be explored was the relationship between the water ingested in the food and the amount of water excreted by the larvae—since the leaves utilized for food were composed of a high percentage of water. Caterpillars in each of the larval instars were weighed to determine the gain in body weight as it related to the wet-weight of food ingested. These weights were compared to the wet-dry weight of fecal excrement, and it was found that the bulk of excess water taken in was apparently disposed of by means of spiracular and cuticular evaporation, since only relatively small amounts were excreted in fecal pellets. It was readily apparent that a high evaporation gradient between the caterpillar and its environment was necessary if it was to dispose of the excess water (amounting to more than one and one-half the caterpillar body weight). From this, the theory was developed that at high temperatures when metabolic activity was high, nutritional demand and feeding were at a maximum. If certain ecologic conditions occurred (such as an increase of relative humidity without adequate air movement), the evaporation gradient between the caterpillar and its environment was lowered so that excess water ingested in the food could not be disposed of and feeding stopped—even though metabolic activity and nutritional demand were high; and as a result, a secondary nutritional stress was incurred. At lower temperatures when metabolic activity and subsequent nutritional demand were low, increased humidity and depression of the evaporation gradient did not result in such a stress.

This was shown in laboratory experiments in which larvae were subjected to conditions of high humidity at 80 degrees F. Feeding activity was stimulated and the polyhedral disease attack rate were both lowered by circulating air with an electric fan—thereby increasing the evaporation gradient.

Such a relationship between water intake and excretion may explain why young larvae are unaffected by humid conditions during the prefeeding stage when their diet is of low water content. Also, in the field, early larval instars occur when temperatures are low, so that metabolic activity is depressed during brief periods of high humidity. Thus, less effect is seen in the young than in the older larvae. The increased feeding and low incidence of polyhedral disease observed in dry forest conditions may explain the high degree of defoliation that occurs in certain localities. High trap-rock ridges and well ventilated locations in areas of gypsy moth infestation have long been known to be susceptible to heavy defoliation by larval population densities that caused only slight defoliation of lowland forest sites in the same region.

It seems significant that the incidence of virus diseases which have been reported to be associated with temperature and humidity have been in insect hosts that feed on turgid deciduous foliage such as the gypsy moth, nun moth, fall webworm, the gamma noctuid, and the California oakworm (Tanada, 1959). On the other hand, these factors apparently do not affect the course of the disease in populations of the European pine and spruce sawflies that utilize a quite different type of food plant and have a different ecologic relationship with this microenvironment.

There is little doubt that the importance of environmental factors in the course of virus diseases in insect populations will be more evident and less controversial when there is better understanding of this complex relationship that exists between the composition of the food, and the particular physiologic characteristics of the insect as it relates to its special microenvironment. Certainly such understanding will be necessary before polyhedral virus diseases can be successfully used as general biological control agents.

#### REFERENCES

- TANADA, Y. (1959). Microbial control of insect pests. *Ann. Rev. Ent.* 4: 277—302. — WALLIS, R. C. (1956). Incidence of polyhedrosis of gypsy moth larvae and the influence of relative humidity. *J. Econ. Ent.* 50 (5): 580—583. — WALLIS, R. C. (1959). Factors affecting larval migration of the gypsy moth. *Entomol. News.* 70 (99): 235—240.

#### DISCUSSION

- S. GERSHENSON: Our data on the role of humidity in provoking polyhedroses in *Lepidoptera* coincide in general with those presented by Dr. Wallis. However, it seems that the causative factor is not the humidity of the air, but rather the amount of water contained in the leaves serving as food to the caterpillars. This was shown by experiments in which caterpillars were fed leaves from twigs kept for 48 hours in water, in which case the amount of water in the leaves is considerably increased.

## ENZYMATIC ACTION OF POLYHEDRAL VIRUS

KAZUO YAMAFUJI

Agricultural Chemistry Institute, Kyushu University, Fukuoka, Japan

Polyhedrosis virus is a deoxyribonucleoprotein and formed in the nucleus. It is assumed that protease and deoxyribonuclease participate in the multiplication as well as in the induction of the virus. We have been able to demonstrate both enzymes in polyhedral crystals, viral particles and proteinous filler.

#### Preparation of viral polyhedra and virus rods

Polyhedra were isolated from surviving viroed larvae. To prevent the inactivation of enzymes, the isolation and purification of polyhedral crystals as well as of viral rods were performed under cooling.

Dead bodies should not be used for the virus preparation, because they contain a large amount of bacteria. A long autolysis of polyhedroed larvae must also be avoided, since it causes the lowering of the activity of viral enzymes. The best material can be obtained from the fourth instar caterpillars, for their metabolic functions and accordingly the enzymic action of produced virus are particularly strong; the polyhedral injection is conducted soon after the third ecdysis and diseased individuals are gathered just before the death. The collection of polyhedra was accomplished mainly by centrifuging tissue suspensions repeatedly at low speeds. To isolate viral particles, polyhedral crystals were dissolved in a mixture of 0.02 M  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  + 0.16 M NaCl, and to purify the freed rods, the solution was centrifuged differentially at varying velocities.

### Determination of enzymes

The filler protein in the polyhedron was also prepared from the supernatant of virus rods by saturating with ammonium sulphate. The protease activity of purified polyhedra, viral particles or proteinous portion was measured by Anson's method, using Folin's reagent, and the deoxyribonuclease potency by viscosimetry, supplemented with the analysis of reaction products.

To prepare enzyme solutions, polyhedral materials were dissolved in N/10—N/50  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . The substrate was spleen deoxyribonucleic acid (DNA) or casein.  $\text{MgSO}_4$  was added to the deoxyribonuclease (DNase) estimation. Buffers mostly used were  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_3\text{BO}_3$  or  $\text{NaOH} + \text{glycine}$ . The action of DNase was expressed as velocity constant  $k$  of monomolecular reaction and that of protease in mg tyrosine produced by 10 mg of enzyme preparation per 1 hour.

### Results

It was first observed that the DNase in polyhedral crystals is 10—20 times as much as that in larval tissues, and that the polyhedral protease too is much stronger than the larval one. Fig. 1 shows that the activity of these enzymes in virus particles is 2—5 times as much as that in protein filler. It indicates further that the protease displays the highest action at  $p_H$  10.5 and the DNase at  $p_H$  11.5.

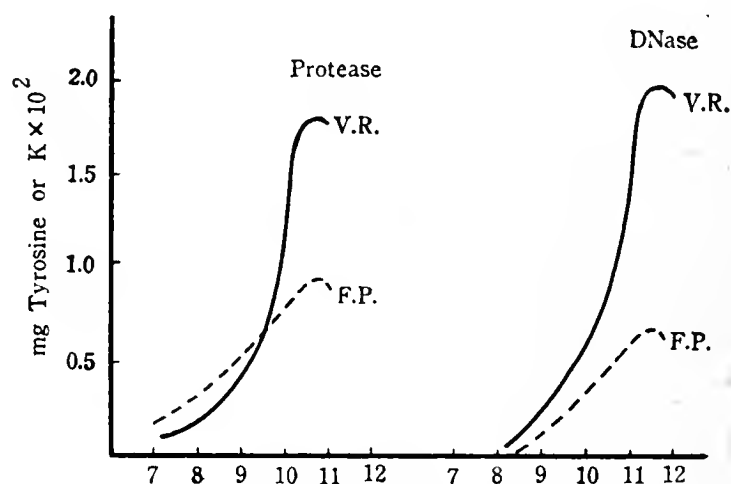


Fig. 1. Effect of pH on enzymes in viral rod (V.R.) or filler protein (F.P.).

The enzymes are active even in a stronger alkaline solution. Their activity at the neutral reaction, however, is fairly low. Protease and DNase in tissues give almost the same  $p_H$ -curve. They all are destroyed by heating at 60—70°C for 5—10 minutes.

The proteolytic enzyme in polyhedral protein was fractionated with ammonium sulphate. As shown in Table I, the greater part of protease is precipitated with 0.05 saturation. It was further found that the proteinase in viral rods and proteinous filler is activated by thiourea or cupric sulphate.

Table I  
Some properties of protease

Ammonium sulphate	Yield of enzyme, %	Chemicals, M	Elevation of enzyme action, %
0—0.05	72	Thiourea, $10^{-2}$	138
0.05—0.1	22	$\text{CuSO}_4$ , $5 \cdot 10^{-4}$	157

The fractionation of the protease in larval tissues can be achieved with 0.2—0.5 saturation of the ammonium salts. Cupric ions of a higher concentration caused an inactivation of the enzyme. Other reagents, such as hydrogen peroxide and ethylenediamine tetraacetate, had no influence.



In order to explore the mode of DNase action, DNA was digested with viral enzyme and then treated with prostate phosphomonoesterase as well as with venom phosphodiesterase. It was verified that the virus nuclease has the ability to hydrolyse the 3'-phosphodiester bond. The digestion products were analysed by fractionating with Dowex-column. As indicated in Table II, some nucleosides, for example, thymidine, deoxyadenosine, deoxycytidine and deoxyguanosine were detected. In addition, we could isolate fractions, for instance, of di-, tri-, tetra- and pentanucleotides.

**Table II**  
Analysis of digestion products by DNase

Mode of action	Detected nucleosides	Detected nucleotides
Hydrolysis of 3'-phosphodiesterbond	Thymidine, Deoxyadenosine, -cytidine, -guanosine	Di-, Tri-, Tetra-, Pentanucleotides

As supplementary tests disclosed that the tissue DNase produces the products possessing 5'-terminal phosphate, it is surmised that the action of viral enzyme on phosphoester links is the same as that of larval one. However, since mononucleotides could not be demonstrated among the end products, it appears that the capability of polyhedral nuclease to hydrolyse DNA up to such a nucleotide form is feeble.

### Discussion

The occurrence of DNase in polyhedra was discovered in 1955 (1), and soon later, protease was also found in them (2). In the present study, some detailed properties of both enzymes were pursued and the previous results have thus been confirmed.

It might be suspected that the viral enzymes are contaminations. The suspicion could be dispelled by the finding that the enzymatic actions of polyhedral protein are stronger than those of larval tissues, and that virus rods possess the highest activities.

Until several years ago, it had been generally believed that there is no enzyme in viruses. In recent years, however, the demonstration of the enzymic potency of viral particles has been achieved in some institutes. For example, Kozloff and his collaborators reported that T-phages contain the phosphatases hydrolyzing adenosine- or deoxyadenosine triphosphate (3) and an enzyme destroying cell wall (4). According to Kuhn (5) and Gottschalk (6), there exists a receptor-decomposing enzyme in influenza virus. More recently, Faulkner and Bergold (7) published a note that the polyhedral DNase is not so active in comparing with crystalline pancreas nuclease. The comparison should be made with tissue DNase.

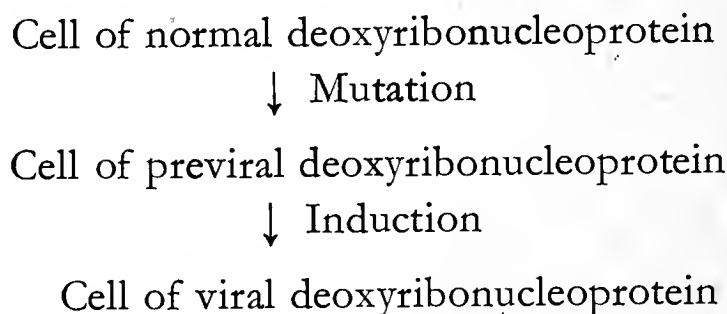
It seems that enzymic function of viral particles takes part in their invasion or reproduction, and that virus can synthesize enzymes necessary for its duplication. In the infection of polyhedral virus, the covering proteinous substance must be first decomposed and the central DNA then appropriately depolymerized before the multiplication.

The nuclear polyhedrosis can also be induced by some metabolites. It was discovered in 1943 (8) and subsequent investigations (9) have suggested that the previrus is present in chromosomes. In the induction, the previous decomposition of chromosomal protein and appropriate depolymerization of genic nucleic acid may be similarly requisite to initiate the viral production.

The hypothesis that viruses could be derived from nucleoproteins in cells was put forward about twenty years ago (10), and ten years later we reached the concept that polyhedral virus originates in genes of insects (11). The notion has now become prevalent that viruses have their origin in genetic factors in hosts. For instance, Northrop

(12) assumed that the change from a normal to a phage- or polyhedron producing cell is a mutation. Luria (13) defined phages as segments of bacterial DNA and, in general, viruses as elements of cellular genetic material that can determine the biosynthesis of a specific apparatus for their own transfer to other cells. Broda (14) expressed the opinion that there is no hindrance to conceive that various kinds of viruses are newly being produced at the present time. Bawden (15) also stated that every cell has the potential ability to produce viruses.

The fact that the protease and DNase in polyhedral virus possess almost the same properties as those in larval tissue suggests that the viral particles and host cells contain genes controlling the synthesis of these enzymes. Since both enzymes show the maximum activity at the unphysiologically alkaline reaction, it appears that the genes concerned had been mutated in the past. As formulated in Scheme 1, the present strains have previral components as a result of such mutation.



Scheme 1. Formulation of polyhedral virogenesis.

By suitable inducers, the previrus can then be converted into the viral particle.

## REFERENCES

- (1) YAMAFUJI, K., *Nature* 178, 89 (1956). — (2) YAMAFUJI, K., F. YOSHIHARA and K. HIRAYAMA, *Enzymologia* 19, 53 (1958). — (3) DUKES, P. P. and L. M. KOZLOFF, *J. Biol. Chem.* 234, 534 (1959). — (4) BARINGTON, L. F. and L. M. KOZLOFF, *J. Biol. Chem.* 223, 615 (1956). — (5) KUHN, R. and R. BROSSMER, *Chem. Ber.* 89, 2013, 2471 (1956). — (6) GOTTSCHALK, A., *Biochim. Biophys. Acta* 20, 560 (1956). — (7) FAULKNER, P. and G. H. BERGOLD, *Virology* 3, 603 (1957). — (8) YAMAFUJI, K. and Y. SHIROZU, *Biochem. Z.* 317, 97 (1944). — (9) YAMAFUJI, K., *Proc. IVth Internat. Congr. Biochem.* 12, 100 (1958). — (10) YAMAFUJI, K., K. SO and K. SOO, *Biochem. Z.* 311, 203 (1942). — (11) YAMAFUJI, K., *Rep. Agr. Tech. Kyushu Univ.* 4, 8 (1951); *Nature* 170, 126 (1952). — (12) NORTHROP, J. H., *Proc. Nat. Acad. Sci. U. S.* 44, 229 (1958). — (13) LURIA, S. E., *Symp. Virus Growth and Variation*, p. 1 (1959). — (14) BRODA, E., *Proc. IVth Internat. Congr. Biochem.* 14, 210 (1958). — (15) BAWDEN, F. C., *Proc. Roy. Soc. B* 151, 157 (1959).

## DISCUSSION

- S. GERSHENSON: A crucial experiment can be planned to solve the long discussed question whether spontaneous polyhedrosis is caused by activation of latent virus (as most virologists think) or by de novo formation of a virus (as is suggested by Dr. Yamafuji). Insects should be infected with a mutant virus strain characterised by abnormal shape of polyhedra and offspring obtained from survivors. If provocative treatment leads in such offspring to the formation of polyhedra having the mutant shape it will prove the correctness of the first of the two alternative hypotheses.

## SEKTION XIIIc

# ANDERE PATHOGENE ORGANISMEN

## UTILISATION DES MICROORGANISMES PATHOGÈNES

P. GRISON

Commission Internationale de Lutte Biologique (CILB.)

Il est inutile de rappeler les travaux anciens concernant l'emploi des germes pathogènes comme substances pesticides «sélectives». Différentes notes récentes en font la mise au point (1) (2). Ceux-ci ont fait l'objet d'échanges de vues au sein du groupe de travail de la C. I. L. B. sur la Pathologie des Insectes et la lutte microbiologique (Darmstadt, février 1956 et Paris, octobre 1958) ainsi qu'au cours d'un Colloque International tenu à Prague en août 1958.

A Prague, il a été particulièrement recommandé, en ce qui concerne les recherches sur les bactéries entomopathogènes, de ne pas négliger l'étude systématique, de constituer des collections, de faciliter et d'accroître les échanges scientifiques, d'accentuer l'étude des «stresseurs» ou activateurs.

Le Colloque de la CILB. avait adopté également des dispositions analogues (3).

En ce qui concerne les recherches sur les virus d'Insectes, il n'est pas nécessaire de souligner l'importance de la recherche des agents étiologiques, des travaux sur les phénomènes de latence et des études sur la culture de tissus comme cela a été fait dans la section 13b du présent Congrès et comme cela avait été recommandé à Prague (4) et par la CILB.

Dans tous les cas, un problème fondamental après la mise en collection est celui des échanges. Nous sommes particulièrement reconnaissants aux Laboratoires de Berkeley, de Sault Ste. Marie, de Prague, de Léninegrad . . ., de nous avoir fait bénéficier de quelques unes de leurs souches.

La publication de listes comme celles publiées dans «Entomophaga» devrait encore accroître et faciliter ces échanges.

Les échanges peuvent également porter sur les préparations semi-industrielles, notamment dans le cas des virus pour lesquels la CILB. peut favoriser la spécialisation dans l'étude et la multiplication d'un type déterminé de virus; ainsi les Laboratoires français se sont plus particulièrement préoccupés de tous les problèmes techniques et écologiques concernant la multiplication et l'utilisation du virus cytoplasmique de *Thaumetopoea pityocampa* avec lequel des expérimentations pilotes ont été réalisées (5). La discussion des résultats peut avoir lieu non seulement dans le cadre des Colloques de Pathologie des Insectes, mais aussi dans le cadre du groupe de travail spécialisé, tel que celui des défoliateurs forestiers méditerranéens.

Les Ecologistes et les Pathologistes discutent également des protocoles futurs permettant d'orienter certaines recherches de pathologie des Insectes, de même qu'ils

envisagent l'action des germes pathogènes artificiellement répandus sur la biocoenose et sur la dynamique des populations.

Enfin, nous souhaitons que la Première Conférence de Prague soit suivie d'une Deuxième Conférence dans l'intervalle de deux Congrès d'Entomologie, Conférence qui serait spécialement consacrée à la pathologie des Insectes et à l'utilisation des germes pathogènes dans la lutte contre les Insectes nuisibles.

### BIBLIOGRAPHIE

(1) STEINHAUS, E. A., 1960: Insect Pathology: Challenge, Achievement and Promise. — Bull. of Ent. Soc. Amer., Vol. 6, n° 1, pp. 9—16. — (2) TANADA, Y., 1959: Microbial control of insect pests. — Annual Review of Entom. T. 4, pp. 277—302. — (3) Deuxième Colloque de la C. I. L. B. sur la Pathologie des Insectes (Paris, 22—24 octobre 1958). — Entomophaga, T. III, n° 4, pp. 281—282. — (4) Transactions of the First International Conference of Insect Pathology and Biological Control. Praha, 1958. — (5) GRISON, P., MAURY, R. et VAGO, C., 1959: La lutte contre la Processionnaire du Pin *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. dans le massif du Ventoux. Essai d'utilisation pratique d'un virus spécifique. — Revue Forestière Française, n° 5, pp. 353—370.

### DISKUSSION

J. WEISER: Zur Bemerkung von Prof. Toumanoff über die Geschichte der Insektenpathologie: Man kann die Geschichte in kurzer Zusammenfassung nicht erschöpfend darlegen — es fehlen ja auch Angaben über das in Rußland gegründete erste Laboratorium für Insektenpathologie in Smella bei Odessa, in den letzten Jahren des 19. Jahrhunderts. Die Verdienste der CILB. bei der Förderung der europäischen Insektenpathologie sind allgemein bekannt und anerkannt.

## ETUDES D'EFFICACITÉ COMPARATIVES DES DIFFÉRENTES SOUCHES DE BACILLUS THURINGIENSIS BERLINER

MELLE DE BARJAC et A. BURGERJON

Manuskript nicht eingelangt.

### ABSTRACT

Par la méthode du titrage biologique, c'est à dire l'ingestion libre des préparations par les insectes, les principales souches de *Bacillus thuringiensis* décrites dans la littérature ont été testées au point de vue efficacité insecticide. Les résultats quoique fragmentaires méritent la publication puisque ceux-ci ne sont pas identiques aux conclusions apportées par d'autres auteurs.

Puisque la méthode de l'ingestion libre se caractérise par sa possibilité d'extrapolation dans la pratique agricole des données obtenues, il est important d'essayer de clarifier la situation. Les résultats de nos tests démontrent que les souches *Thuringiensis* et *Ent. subtoxicus* sont plus efficaces que les souches *Sotto*, *Anduze* et *Ent. entomocidus*. Heimpel et Angus par contre arrivent à la conclusion que les souches *Sotto*, *Alesti* (*Anduze* serait très semblable à *Alesti*) et *Ent. entomocidus* seraient les plus intéressantes par rapport à *Thuringiensis* et *subtoxicus*.

Sans aucun préjugé quant à la validité de l'une et l'autre conclusions il nous semble important de soulever la question pour que, de part et d'autre les études comparatives des souches continuent en étroite collaboration dans l'intérêt de la lutte microbiologique avec *B. thuringiensis*.

Les contradictions révélées pourraient s'expliquer par cinq raisons:

- 1° Confusion de la nomination des souches par les spécialistes de systématique bactérienne.
- 2° Non compatibilité des méthodes ou normes utilisées (injection, ingestion forcée, ingestion libre; DL 50, M. P. D. «minimal paralytic dose»).
- 3° Références à des insectes de type différent.
- 4° Le rôle de la toxine thermostable dans la culture totale.
- 5° Milieux nutritifs différents.



# ESSAIS PRELIMINAIRES SUR LE RÔLE INSECTICIDE DE LA TOXINE THERMOSTABLE PRODUITE PAR BACILLUS THURINGIENSIS BERLINER

A. BURGERJON et H. de BARJAC

## Introduction et Méthode expérimentale

Dans une note à l'Académie des Sciences (4) nous avons fait état brièvement de nos nouvelles connaissances au sujet d'une toxine soluble thermostable que MacConnell et Richards (5) avaient mise en évidence. Nous exposerons ici plus en détail quelques résultats expérimentaux qui ont été obtenus uniquement par la méthode de la libre ingestion.

Pour étudier l'action de cette toxine, dans toutes nos expériences nous avons utilisé des fractions séparées à partir de la culture totale en comparaison avec cette culture totale<sup>1</sup>. Cette dernière, par centrifugation, peut en effet être séparée en deux fractions: d'une part le «sédiment» qui correspond à la fraction spores-cristaux décrite par les auteurs, d'autre part le surnageant. La fraction spores-cristaux a été remise en suspension dans de l'eau physiologique stérile au même volume de surnageant éliminé pour que les deux fractions puissent être comparées entre elles dans les épreuves. Le surnageant a été filtré sur bougie. Pour comparer l'action des fractions sur différents insectes, il est nécessaire de diluer l'une ou l'autre fraction initiale en fonction du degré de sensibilité relative de chaque espèce vis à vis de ces fractions.

Pour les expériences qui suivent, les larves n'ont été nourries que pendant 48 heures à 25° sur du feuillage hôte traité. Les concentrations indiquées représentent le nombre de cc. de la préparation initiale pulvérisée dans notre installation de dosage (2) et diluée à l'eau, contenant un mouillant, jusqu'à 10 cc; ceci pour les préparations ne dépassant pas les 10 cc.

Les chenilles ont toujours été choisies au stade larvaire moyen en lots de 15 à 25 individus avec 2 à 4 répétitions.

## Résultats et Discussion

### 1° — Expériences sur Lépidoptères peu sensibles à spores-cristaux

En travaillant sur les chenilles de certaines Noctuides<sup>2</sup> peu sensibles aux spores-cristaux, comme *Mamestra brassicae* et *Mamestra oleracae*, nous voyons que le culot de centrifugation, contenant donc spores et cristaux et remis en suspension dans un volume d'eau égal à la quantité du surnageant éliminé, accuse une forte réduction alimentaire des chenilles (1—3). Le surnageant de la souche *Thuringiensis* Berliner utilisé au même volume ne provoque pas cette paralysie alimentaire. Cependant la mortalité des chenilles nourries sur le feuillage traité avec le surnageant se révèle ensuite être plus élevée, après alimentation sur du feuillage non traité. Une culture totale, telle qu'elle se présente à la fin de la fermentation montre un effet toxique synergique des deux constituants, si l'on considère la forte mortalité et l'arrêt alimentaire comme une seule fonction. Le tableau I (A et B) en donne un exemple.

Sur ces deux espèces de Noctuides, nous avons réalisé de la même façon tous nos tests, qui démontrent que la toxine du surnageant semble bien être celle dont parle MacConnell et Richards et parmi les souches testées, seule *Thuringiensis* Berliner en produit en quantité notable (4).

Le tableau II (A et B) montre les différentes souches testées.

Le n° 53.137 est une souche de *Bacillus Thuringiensis* appartenant à la collection de l'Institut Pasteur et s'est avérée très proche de la souche *Thuringiensis* Berliner du point de vue caractères bactériologiques.

<sup>1</sup> Le milieu nutritif bactérien utilisé est de la composition suivante:  $\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$ : 6,8 g. p. 1000 —  $\text{SO}_4\text{Mg}$ . 70  $\text{H}_2$ : 0,123 g. p. 1000 —  $\text{SO}_4\text{Mn}$ . 40  $\text{H}_2$ : 0,002 g. p. 1000 —  $\text{SO}_4\text{Zn}$ . 70  $\text{H}_2$ : 0,014 g. p. 1000 —  $(\text{SO}_4)_3\text{Fe}_2$ : 10 ml. p. 1000 d'une solution à 2 g. pour 100 ml. de  $\text{SO}_4\text{H}_2\text{N}$  dilué à 1000 ml. —  $\text{Cl}_2\text{Ca}$ . 40  $\text{H}_2$ : 0,183 g. p. 1000 — peptone: 7,5 g. p. 1000 — glucose 10 g. p. 1000.

<sup>2</sup> Les chenilles de *Lymantria dispar* peuvent également se classer dans ce groupe de Lépidoptères peu sensibles aux spores-cristaux puisque l'étude comparative se fait également avec des doses de culot et de surnageant égales.

Tableau I

A <i>Mamestra brassicae</i> L.	Conc.	% de mortalité finale	Consommation de la feuille traitée après 48 heures
<i>Thuringiensis</i> :			
culture totale .....	12 cc	98	très réduite
surnageant .....	12 cc	36	comme témoin
culot .....	12 cc	22	très réduite
témoin.....		0	
B <i>Mamestra oleracea</i> L.		% de mortalité le 6 <sup>e</sup> jour	
<i>Thuringiensis</i> :			
culture totale.....	8 cc	88	très réduite
surnageant .....	8 cc	60	comme témoin
culot .....	8 cc	39	très réduite
témoin.....		1	

Tableau II

A *Mamestra brassicae* L.

Surnageants des souches <sup>1</sup>	Conc.	% de mort.	Surnageants	Conc.	% de mort.
<i>Thuringiensis</i> Berliner.....	12 cc	98	<i>Anduze</i> autoclavé ..	12 cc	2
<i>Thuringiensis</i> Berliner autoclavé <sup>2</sup> ..	12 cc	92	<i>Dendrolimus</i> autoclavé .....	12 cc	3
<i>Cereus</i> n° 5127 .....	12 cc	5	<i>Laterosporus</i> autoclavé .....	12 cc	7
<i>Cereus</i> autoclavé ..	12 cc	12	<i>Laterosporus</i> autocl.	12 cc	9
<i>Cereus</i> n° A 30 .....	12 cc	2	<i>Finitimus</i> autoclavé	12 cc	2
<i>Cereus</i> autoclavé ..	12 cc	3	<i>Finitimus</i> autoclavé	12 cc	0
<i>Sotto</i> autoclavé .....	12 cc	3	<i>Entomocidus</i> autocl. témoin.....	12 cc	2 0

B *Mamestra oleracea* L.

Surnageants	Conc.	% de mort.	Surnageants	Conc.	% de mort.
<i>Thuringiensis</i> Berliner autoclavé <sup>2</sup> ..	8 cc	98	<i>Entomocidus</i> autocl.	8 cc	20
n° 53.137 autoclavé <sup>3</sup>	8 cc	98	<i>Finitimus</i> autoclavé	8 cc	9
n° 53.138 autoclavé	8 cc	24	témoin.. .....	8 cc	9

<sup>1</sup> (9)

<sup>2</sup> autoclavé a 120°C pendant 15 minutes

<sup>3</sup> Le n° 53137 est une souche de *B. thuringiensis* appartenant à la collection de l'Institut Pasteur et s'est avéré très proche de la souche *Thuringiensis* Berliner du point de vue caractères bactériologiques.

2° — Expériences sur Lépidoptères sensibles à spores-cristaux

Pour les espèces de Lépidoptères sensibles aux spores-cristaux, il faut diluer fortement la préparation initiale du culot afin de comparer l'action de ce dernier avec celle du surnageant. De cette façon nous voyons que le mode d'action différent des deux consti-

tuants est également bien visible sur ces espèces. Le tableau III démontre nettement chez *Malacosoma neustria* que la mortalité due au culot intervient rapidement après la nutrition de 2 jours sur du feuillage traité. Une forte réduction alimentaire était visible au 2ème jour. Après le 5è jour les survivants évoluent normalement avec un certain retard vis à vis des chenilles du témoin. Au 2ème jour chez le surnageant les feuilles traitées étaient consommées comme chez les chenilles témoins. C'est ensuite après 10 jours d'alimentation sur du feuillage non traité qu'une brusque mortalité s'est manifestée. Ce test fut effectué sur des chenilles au 3ème stade en prémue pour le 4ème. Pour le culot les individus morts furent pour 100% des chenilles en 14, pour le surnageant 33% L 4 et 67% L 5.

Tableau III

<i>Malacosoma neustria</i> L.	% de mortalité					
	Conc.	5è jour	7è jour	9è jour	12è jour	14è jour
<i>Thuringiensis</i> Berliner culot..	0,4 cc	14	14	14	14	14
<i>Thuringiensis</i> Berliner culot..	0,6 cc	17	17	19	19	19
<i>Thuringiensis</i> Berliner culot..	0,9 cc	38	38	38	38	38
<i>Thuringiensis</i> Berliner culot..	1,35 cc	54	60	60	62	62
<i>Thuringiensis</i> Berliner culot..	2 cc	80	85	85	85	85
<i>Thuringiensis</i> surnageant....	9,5 cc	4	6	8	52	64
Témoin .....		0	3	4	4	4

Parfois la mortalité due à la toxine thermostable a lieu pendant la mue des chenilles; nous l'avons vu à plusieurs reprises sur les chenilles de *Pieris brassicae* et de *Malacosoma neustria*. Parmi les chenilles qui se sont fixées sur les couvercles des boîtes à expériences afin de muer, certaines laissent tomber leur tête en arrière et meurent rapidement, d'autres arrivent à muer entièrement et meurent sur place. Le tableau IV montre les proportions des pourcentages de mortalité aux 4è et 5è stades, les chenilles étant traitées au stade L 3 en prémue pour le 4ème. On y voit d'une part la différence entre les culots et les surnageants, d'autre part la différence entre les surnageants aux doses différentes.

Tableau IV

<i>Pieris brassicae</i> L.	Conc.	% de mortalité		% de chrysalides formées
		4è stade	5è stade	
<i>Thuringiensis</i> Berliner culot ....	0,06 cc	50	7	43
<i>Thuringiensis</i> Berliner culot ....	0,135 cc	87	0	13
<i>Thuringiensis</i> surnageant.....	2 cc	28	72	0
<i>Thuringiensis</i> surnageant.....	4,5 cc	77	23	0
Témoin .....		0	7	93

3° — Expériences sur des insectes appartenant à d'autres ordres

Ici nous voyons l'action de la toxine thermostable du surnageant dépasser nettement celle revenant à cristaux-spoires<sup>1</sup>. Il en est ainsi sur les larves de Tenthredes si on en juge par un seul test effectué sur *Pristiphora pallipes* (tableau V).

<sup>1</sup> Il y a même des Lépidoptères; en l'occurrence *Peridroma saucia* Hb. et *Agrotis segetum* Schiff. qui se comportent comme tels.

Tableau V

<i>Pristiphora pallipes</i> Lep.	Conc.	% de mortalité totale
<i>Thuringiensis</i> Berliner culture totale .....	12 cc	100
<i>Thuringiensis</i> surnageant.....	12 cc	100
<i>Thuringiensis</i> culot .....	12 cc	45
Témoin .....		5

Dans ce test nous ne pouvons pas savoir dans quelle mesure la mortalité de 45% chez le culot est effectivement dûe aux cristaux-spores, puisque le culot humide remis en suspension doit toujours contenir un peu de la toxine thermostable. On peut néanmoins en douter puisque le feuillage traité ne provoquait pas la paralysie alimentaire par rapport au témoin.

Au tableau VI on peut se rendre compte que les larves du *Doryphore* sont également sensibles à la toxine thermostable.

Tableau VI

<i>Leptinotarsa decemlineata</i> SAY	Conc.	Culot	Surnageant	% de mortalité finale
1 <i>Thuringiensis</i> Berliner culture totale	2 cc =	2 cc	2 cc	80
2 <i>Thuringiensis</i> culot .....	4 cc =	4 cc		15
3 <i>Thuringiensis</i> surnageant autoclavé..	4 cc =		4 cc	80
4 <i>Thuringiensis</i> culture totale autocl...	4 cc =		4 cc	82
5 <i>Thuringiensis</i> culot + culture totale autoclavé .....	2 cc + 2 cc =	2 cc	2 cc	73
Témoin .....				15

Dans le lot 5 a été reconstituée une culture totale à partir de deux constituants, utilisés dans les lots 2 et 4. Nous voyons que les larves du *Doryphore* sont sensibles à la toxine thermostable tandis que le culot ne semble avoir aucune action quelconque à la dose utilisée. Dans le lot 1 on pourrait croire que le culot aurait causé quand même une plus forte mortalité dans la culture totale, mais le lot 5 contredit cette supposition. D'autres tests seront nécessaires afin de déterminer exactement si oui ou non le culot a une action propre ou une action synergique avec la toxine thermostable. Quoiqu'il en soit, ce test démontre d'une façon nette que c'est avant tout la toxine thermostable qui a une action insecticide sur ce représentant de l'ordre des Coléoptères.

Conclusion

En expérimentant par la méthode de la libre ingestion sur différentes espèces d'insectes, il s'est avéré que le pouvoir insecticide de la toxine thermostable de la souche *Thuringiensis* Berliner ne varie que très peu d'après les espèces éprouvées, contrairement au pouvoir insecticide qui revient au complexe spores-cristaux. Par rapport à ce dernier l'action insecticide de la toxine soluble thermostable est lente et nécessite de plus fortes doses de surnageant vis à vis des insectes sensibles aux spores-cristaux. Elle est plus



toxique que la fraction spores-cristaux vis à vis des chenilles résistantes à cette dernière, même vis à vis d'insectes d'autres ordres comme les larves de *Leptinotarsa decemlineata*.

Sans pouvoir nous prononcer déjà sur la possibilité d'exploiter éventuellement cette toxine dans l'utilisation des préparations à base de *Bacillus thuringiensis* dans la lutte contre les ravageurs, la connaissance de son rôle insecticide par libre ingestion est importante et pourrait expliquer des résultats inattendus rapportés par plusieurs auteurs (6, 7, 8, 10). En effet, suivant la technique du mode de récolte visant la récupération des spores et cristaux, la toxine thermostable peut être ou non conservée dans les préparations en poudre finalement obtenues.

## BIBLIOGRAPHIE

- 1 — ANGUS, T. A.: General characteristics of certain insect pathogens related to *Bacillus cereus*. — Canad. J. of Microbiology, 1956, v. 2, p. 111—121. — 2 — BURGERJON, A.: Pulvérisation et poudrage au laboratoire des préparations pathogènes insecticides. — Ann. Epiphyties, 1956, T. 4, p. 677—686. — 3 — BURGERJON, A.: L'utilisation des chenilles de *Pieris brassicae* L. comme «insecte test» de laboratoire dans un service de contrôle de préparations pathogènes insecticides. — Entomophaga, 1957, v. 2, p. 129—135. — 4 — BURGERJON, A., de BARJAC, H.: Nouvelles données sur le rôle de la toxine soluble thermostable produite par *Bacillus thuringiensis* Berliner. — C-R Acad. Sci. 1960, T. 251, p. 911—912. — 5 — Mac CONNELL, E., RICHARDS, A. G.: The production by *Bacillus thuringiensis* Berliner of a heat-stable substance toxic for insects. — Canad. J. of Microbiology, 1959, V. 3, p. 161—168. — 6 — DUNN, P. H.: Control of house flies in bovine feces by a feed additive containing *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* Berliner. — J. of Insect Pathology, 1960, v. 2, p. 13—16. — 7 — HALL, I. M., DUNN, P. H.: Susceptibility of some insects pests to infection by *Bacillus thuringiensis* Berliner in laboratory tests. — Journ. of Economic Entomology, 1958, v. 51, p. 296—298. — 8 — HALL, I. M., HAKAKAWA, K. Y.: The susceptibility of the house fly *Musca domestica* L. to *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* Berliner. — J. of Insect Pathology, 1959, v. 1, p. 351—355. — 9 — HEIMPEL, A. M., ANGUS, T. A.: The taxonomy of insect pathogens related to *Bacillus cereus* Fr. and Fr. — Canad. J. of Microbiology, 1958, T. 4. — 10 — LILES, J. N., DUNN, P. H.: Preliminary laboratory results on the susceptibility of *Aedes aegypti* L. to *Bacillus thuringiensis* Berliner. — J. of Insect Pathology, 1959, v. 1, p. 309—310.

## DISCUSSION

P. v. d. LAAN: 1) I understand that no crystals are present in the "surnageant".

2) How about the toxicity of thermostable toxic substance to men and animals?

BURGERJON: 1) That is correct.

2) Effectivement il faut maintenant envisager des études dans ce sens. Il y a cependant déjà des exemples où var. *thuringiensis* en culture totale a été ingérée par des animaux.

C. TOUMANOFF: 1) Quel est le mode de l'obtention de la toxine utilisée dans ces expériences?

2) La toxine thermostable obtenue par d'autres auteurs (Richards et Connell) n'exercit l'effet toxique sur les larves des Lépidoptères que par l'injection dans le sang. S'agit-il de la même toxine que celle dont la production par *B. thuringiensis* a été étudiée par Richards et Connell? —

3) Au cours des recherches sur la toxicité de *B. cereus* var. *alesti* on n'a pas pu mettre en évidence la toxicité pour les vers à soie des filtrats de vieilles ou jeunes cultures sur les vers, tant par l'injection qu'à la mite de leur administration «per os».

BURGERJON: 1) Nous avons mis en évidence l'existence de l'effet toxique par libre ingestion en expérimentant d'une part avec le surnageant de centrifugation des cultures totales (jeunes ou vieilles), d'autre part avec des cultures totales autoclavées.

2) Nous avons trouvé à peu près les mêmes caractères, c'est-à-dire la thermostabilité, l'élaboration avant la sporulation, l'effet toxique tardif. Il est évident que les modes d'action très différents de cette toxine et des cristaux-spores, rendent leurs tests de comparaison très dépendants des méthodes expérimentales et insectes tests utilisés.

3) Cela corrobore donc nos résultats. La souche Anduze, très voisine d'Alesti, n'en a pas produit dans nos conditions expérimentales.

# ZUR SPEZIFITÄT DES *B. THURINGIENSIS*-TOXINS

JAROSLAV WEISER und JIŘINA VAŇKOVÁ

Lab. f. Insektenpathologie, Biol. Inst. d. Akademie, Praha, ČSSR

Experimentelle Infektionen verschiedener Insekten mit Sporenmaterial verschiedener Stämme von *Bacillus thuringiensis* Berl. führten in der ersten Periode seines Erforschens, nach 1915, zum Eindruck, daß es sich um eine Bakterie handelt, die nur für Lepidopteren infektiös ist. Weitere Durchforschung des Toxins dieses Stäbchens durch Angus und Heimpel, Hanay, Fitz-James und andere Forscher vertiefte unsere Kenntnisse über den Mechanismus der Wirkung des Toxins, jedoch die meisten Tests der Toxizität wurden wiederum an Lepidopterenlarven durchgeführt.

Die Arbeit von Steinhaus und Bell (1953) war eine gewisse Abwechslung, denn die Autoren benutzten einige Stämme von *B. thuringiensis* gegen verschiedene Vorratsschädlinge und konnten mindestens bei den zwei Kornkäfern, *Sitophilus oryza* (L.) und *S. granarius* (L.), eine Infektion verzeichnen, die sich etwa nach 3—10 Tagen entwickelte. Allerdings zeigte es sich, daß nach einer gewissen Zeit die Käfer in Kontakt mit den Bakterien die Empfindlichkeit für den Keim verloren haben.

Später zeigten einige Autoren — und wir können dabei besonders auf die Arbeit von Briggs (1959) und Dunn (1959) hinweisen, daß auch die Stubenfliege durch das Toxin des *B. thuringiensis* geschädigt wird und sogar auf die Weise, daß die durch den Darm des Warmblütlers passierten Inklusionen imstande waren, die Fliegenmaden-Population im Rindermist zu vernichten. Wenn die Wirkung im Kornkäfer gewissermaßen durch ökologische und Nahrungs-Verwandtschaft mit dem Hauptwirt des Bazillus zu erklären wäre, ist die Wirkung auf die Fliegenmaden eine ganz neue Erfahrung und öffnet die Tür zu einem besseren Testen der Wirkung dieser Präparate, für die nur Lepidopterenlarven zur Verfügung waren. Allerdings, der Gebrauch von *B. thuringiensis* gegen Stubenfliegen ist auch hier durch die besondere Art der Anwendung des Präparates beschränkt.

Die Arbeit mit der Erwertung des Sporenmaterials von *B. thuringiensis* in unserem Labor führte uns zu einigen Experimenten, die uns interessante Resultate brachten. Zum Testen der Wirkung der Vollsubstanz des *B. thuringiensis* (Baturin der Fa. Spolana) benutzten wir verschiedene Stadien der Stechmücke *Culex pipiens* L., die sich als empfindlich erwiesen. Die Infektion erfolgt durch Aufnahme der Bakterien mit der Nahrung vom Boden des Behälters. Der Verlauf der Infektion hängt viel von der Konzentration der Bakterien ab. Zuerst zeigt sich eine gewisse Reizung und Unruhe bei den Larven. Etwa 20 Min. nach der Verabfolgung beginnen die Larven abnormal zu schwimmen, sie biegen sich bogenartig, zittern das Hinterende und sind nicht mehr gut fähig, ihre Luft durch das Siphon zu saugen. In 30—40 Min. liegen die zuckenden Larven am Boden und sind nicht im Stande, zur Oberfläche zu schwimmen. Dabei müssen sie an Sauerstoffmangel leiden, und dieser Umstand wird den Tod in einigen Stunden herbeiführen, denn in etwa 6 Stunden sind die Larven schon tot.

Mit steigender Dosis verkürzt sich die Zeit von der Verabfolgung zur völligen Lähmung und dasselbe, aber in geringerem Ausmaße, verursacht die Temperatur. In umgekehrter Richtung verläuft das Verhältnis der Wirkung zum larvalen Instar. Je jünger das Stadium, desto schneller die Antwort, allerdings mit einigen Anomalien, gegeben durch kurzes Unterbrechen der Nahrungsaufnahme vor den einzelnen Häutungen.

Zum Mechanismus der Wirkung und Aufnahme der Bakterien können wir noch hinzufügen, daß diese mit der Nahrung gesammelt werden und, nach der raschen Wirkung, nur die Inklusionen tätig sind. Bei den Stechmückenlarven spielt die Konzentration eine spezielle Rolle im Zusammenhang mit der Schicht, wo die Larven ihre Nahrung suchen. Bei *Culex* ist es die Wassersäule und der Boden. Die sedimentierten Teilchen werden aufgenommen und wirken toxisch. Bei der Gattung *Anopheles*, wo die Larven auf der Oberfläche ihre Nahrung sammeln, dauert es eine viel längere Zeit, bis sich die Intoxikation einstellt. Der spätere Verlauf ist aber im wesentlichen derselbe.

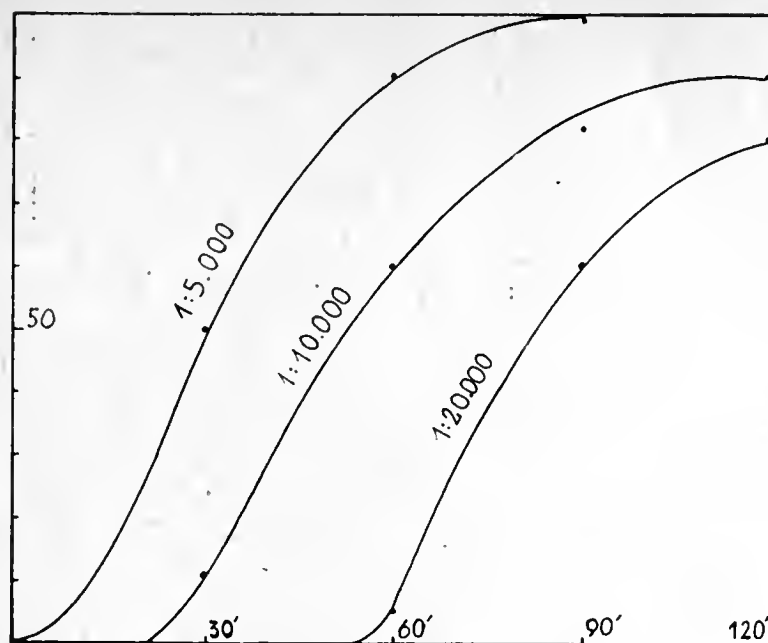


Fig. 1. Verlauf der Intoxikation der *L*<sub>3</sub>-Larven der Stechmücke *Culex pipiens* durch *Bacillus thuringiensis* in Wassersuspension (3 Verdünnungen). Dargestellt in % paralysierter Larven.

Bei Präparaten, die zum Boden fallen, ist die Fläche des Bodens die wichtige Einheit, nicht die übrige Wassersäule. Deswegen muß bei Behandlungen der *Culex*-Arten die Bodenfläche in Betracht genommen werden. In unseren Versuchen wählten wir einheitliche Schalen mit einer Bodenfläche von 20 cm<sup>2</sup> und 1 cm Wasserschicht.

Im Moment, wenn die Larven am Boden liegen und nicht mehr koordiniert schwimmen können, ist die Intoxikation irreversibel. Auch wenn diese Larven nach 40 Min. des Kontaktes gründlich gewaschen und in reines Wasser übertragen werden, erholen sie sich nicht, auch wenn die Wasserschicht so niedrig ist, daß sie eventuell die Oberfläche mit dem Siphon erreichen. In 8 Stunden nach der Verabfolgung finden wir bei toten Larven den Darm gleich hinter dem Thorax verschwärzt.

Interessanterweise hat die angeführte toxische Wirkung das von der Fabrik finalisierte gemahlene Präparat mit Emulgatorzugabe. Dagegen war durch Lyophilisation getrocknetes Material desselben Stammes für Stechmücken untoxisch bei gleicher Toxizität für Raupen.

#### LITERATUR

- BRIGGS, J., 1959: Feeding Layers *Bacillus thuringiensis* Berliner to Control *Musca domestica* L., Developing in Chicken Feces. — Ist. Joint Meeting, Ent. Societies of N. America, Detroit, 1959. — DUNN, P. H., 1959: Reduction of House Fly Development in the Feces of Steers Given a Feed Additive of *Bacillus thuringiensis* Berl. — Ist. Joint Meeting, Ent. Societies of N. America, Detroit, 1959. — STEINHAUS, E. A., C. R. BELL, 1953: The Effect of Certain Microorganisms and Antibiotics on Stored Grain Insects. — J. Econ. Ent. 46, 582—598.

# METHODE DE TITRAGE BIOLOGIQUE DES PREPARATIONS A BASE DE BACILLUS THURINGIENSIS AVEC ANAGASTA KÜHNIELLA ZELL.

A. BURGERJON et C. YAMVRIAS

Au fur et à mesure que les études fondamentales sur *B. thuringiensis*, en tant que complexe pathologique insecticide, progressent parallèlement à la fabrication industrielle entraînant une plus grande diffusion et utilisation de ce germe, il nous paraît, dans l'état actuel de nos connaissances, indispensable d'accorder une place importante à la mise au point des titrages biologiques des préparations d'études et des préparations finies.

C'est surtout la réaction différente de diverses espèces de Lépidoptères vis-à-vis de *B. thuringiensis* qui exige la possibilité d'être en mesure d'effectuer des tests biologiques sur plusieurs espèces d'insectes. Ce sont les chenilles d'*Anagasta kühniella* qui forment tout-à-fait un groupe à part quand on considère que l'efficacité biologique se révèle seulement si les spores et les cristaux se trouvent réunis dans les préparations (5, 6, 4). Heimpel et Angus placent *A. kühniella* dans le type III de leur classification (6). D'autre part le désir, de la part des producteurs de préparations à base de *B. thuringiensis*, de pouvoir tester systématiquement leur production, nous a incité à continuer la mise au point des tests biologiques sur *A. kühniella*.

Il n'est pas besoin d'insister sur les avantages que peut présenter *A. kühniella* en tant qu'insecte test pour une industrie non pourvue d'un laboratoire entomologique spécialisé. Nous pensons donc par notre travail, à augmenter les possibilités du titrage biologique en faisant la réserve que seule l'utilisation rationnelle par un laboratoire de contrôle finira par connaître la valeur relative exacte vis-à-vis des autres méthodes de titrage, qu'elles soient biologiques ou non. En effet les travaux de plus en plus nombreux traitant de l'application de *B. thuringiensis* dans la lutte contre les ravageurs ne nous ont toujours par convaincus, au contraire, de la valeur universelle des comptages des spores.

Nous connaissons seulement un article récent de J. J. Menn (7) où cet auteur a mis au point des tests biologiques sur *Plutella maculipennis*, pratiquement identiques à nos tests de titrage s'effectuant sur les chenilles de *P. brassicae*, quoi qu'il ne mentionne nos travaux publiés à ce sujet (1, 2, 4), et il écrit abusivement « que la standardisation des préparations à base de *B. thuringiensis* a été faite jusqu'à présent par les méthodes du comptage des spores ». De toute façon, nous ne sommes donc plus les seuls à considérer que le comptage des spores ne peut pas être une valeur suffisante pour exprimer la dose de matière active des préparations à base de *B. thuringiensis*, et que le titrage biologique s'impose encore.

La méthode de titrage sur *A. kühniella* s'apparente à la méthode décrite par nous sur *P. brassicae*, par la nature de son mode d'infection des chenilles (libre ingestion); et la détermination de la DL 50 en conditions constantes. Elle en diffère d'une part (comme nous l'avons dit plus haut) par la réaction différente de *A. kühniella* aux préparations et d'autre part par la technique de la méthode qui est directement liée aux modes de vie très différents des deux espèces.

## Technique

Avant toute autre considération, nous nous sommes efforcés d'adapter notre technique sur les chenilles néonates de cette espèce à cause de la difficulté d'obtenir des chenilles âgées homogènes en grande quantité (variabilité individuelle du nombre de stades, tissage des chenilles dans la farine). Obtenir des œufs, même en grande quantité, est très facile par l'utilisation d'un dispositif de ponte, où les papillons pondent leurs œufs à travers un grillage.

Etant donné la difficulté à manipuler les chenilles néonates, il semble plus rationnel d'utiliser des œufs et d'en prendre un plus grand nombre par lot. Si l'on prend soin de s'assurer que les œufs sont pondus dans un délai limité de quelques heures, on détermine le moment d'éclosion massive, afin d'effectuer 48 heures après, le dénombrement des chenilles mortes et survivantes. On détermine pour chaque lot le pourcentage d'œufs éclos par la différence du nombre d'œufs total et le nombre de chenilles mortes et vivantes.



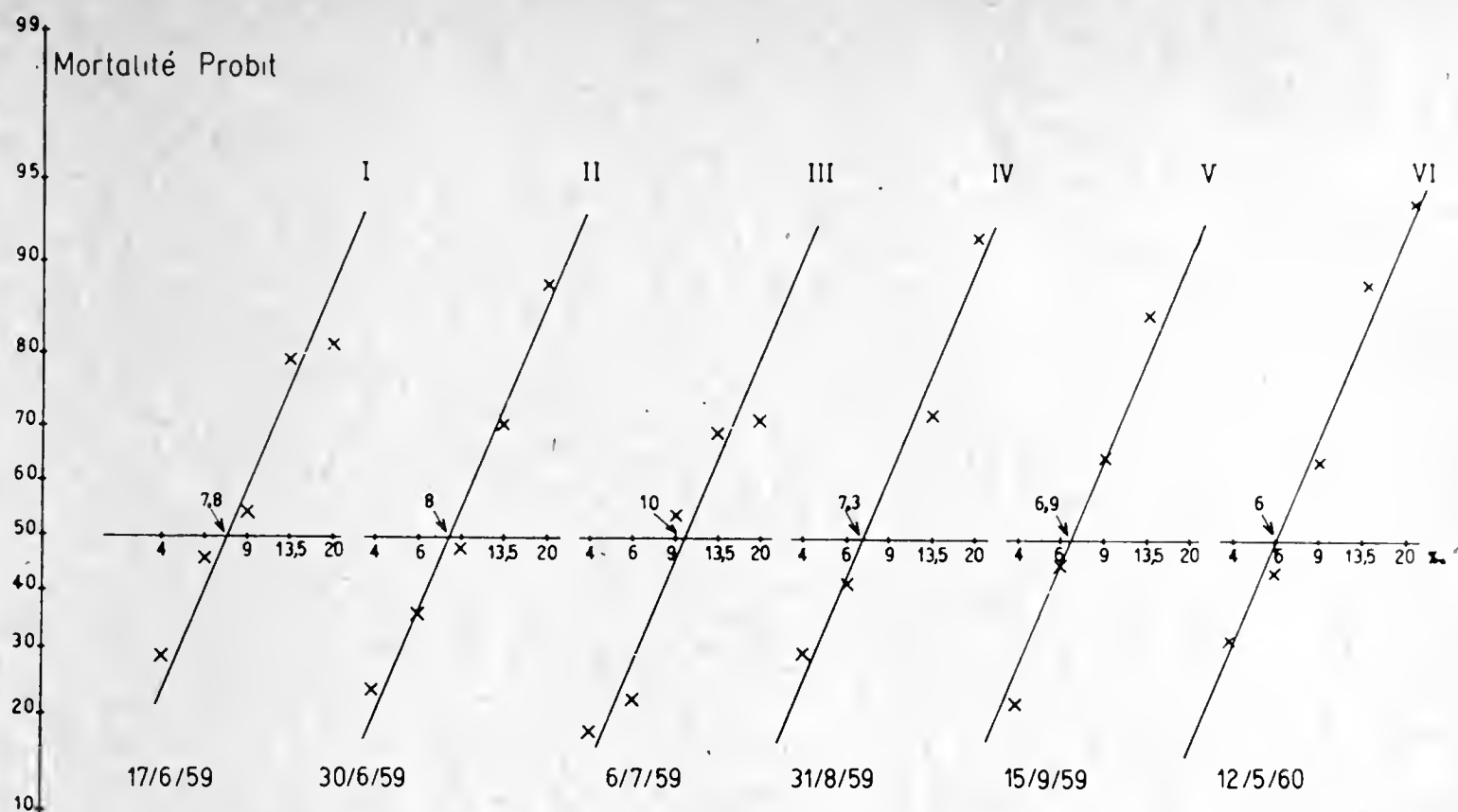


Fig. 1. 6 tests successifs, situés dans le temps et effectués avec une même préparation. Chaque point de mortalité a été obtenu avec 50 chenilles néonates.

Dans les tests IV et V un point manque à cause d'un accident technique.

Le comptage des œufs se fait rapidement dans une gouttière lisse et noire en laissant tomber par petites quantités les œufs auparavant mis dans un tube de verre. De la gouttière, on fait rouler les œufs dans les cellules de contamination dans lesquelles se trouve le mélange farine et préparation. On refait la même opération sur tous les lots autant de fois qu'il est nécessaire pour approcher du nombre désiré. De cette façon on doit seulement atteindre un nombre d'œufs déterminé au dernier tour. Le comptage de 1500 œufs se fait par une personne en 2 heures maximum.

Les cellules de contamination sont de petits anneaux de verre collés sur une lame. Le diamètre intérieur de l'anneau est de 20 mm, qui permet de le voir entièrement dans le champ d'un binoculaire. Les anneaux rodés sont couverts par une lame de verre et ont une hauteur de 5 mm.

Jusqu'à présent, nous avons utilisé pour nos tests de mise au point technique, un mélange de farine de froment blanc avec une préparation de *B. thuringiensis* var. *Anduze* sous forme de poudre contenant le culot de centrifugation d'une culture, et une charge inerte de bentonite. Ces mélanges nutritifs infectés sont préparés dans des flacons de 15 cc contenant 2 gr de farine-préparation. Ces flacons sont mis dans une boîte de 2 cm plus haute, et celle-ci est fixée sur un axe rotatif actionné par un moteur électrique. De cette manière, les petites bouteilles se cognent violemment à chaque rotation et on évite que la farine reste collée aux parois à l'intérieur des flacons, qui empêcherait un bon mélange homogène de la farine avec la préparation. Après cette homogénéisation du mélange, seulement très peu de poudre est posée sur le fond des cellules de contamination afin de faciliter la récupération des chenilles mortes et vivantes le jour du dénombrement.

Cependant, depuis quelque temps, nous avons voulu voir si une préparation sous forme liquide pouvait également être titrée<sup>1</sup>. A cet effet, nous avons ajouté aux 2 gr

<sup>1</sup> Quoique insuffisamment étudiée par nous jusqu'à présent, nous tenons à en faire part, sur la demande expresse de divers côtés à connaître les détails de la technique du titrage sur *A. kühniella*.

de farine, 5 cc d'eau distillée. La pâte obtenue est alors suffisamment liquide pour l'agiter violemment, et assez épaisse pour que quelques gouttes étalées sur le fond dans l'angle des cellules de contamination sèchent rapidement au ventilateur. Le gâteau obtenu forme ensuite le milieu nutritif infecté. Un premier test nous a permis d'obtenir une courbe de mortalité régulière en fonction des concentrations utilisées. Il faudra encore déterminer si cette manipulation ne modifie pas la quantité ou la qualité des spores viables entraînant un déplacement de la DL 50. Un grand avantage se trouve du fait que le dénombrement de la population est beaucoup plus facile sur le gâteau adhérent au verre (sur des matières plastiques le gâteau se détache) que dans le mélange de farine.

Deux autres facteurs pourraient causer un changement de la DL 50, à savoir: une mauvaise répartition des spores-cristaux dans l'épaisseur du gâteau pendant la durée du séchage et la différence des supports nutritifs que constitue le gâteau par rapport à la farine. En rebroyant le gâteau infesté en farine fine, on doit pouvoir étudier ces différents facteurs.

Les conditions constantes d'expérience peuvent être déterminées par l'utilisation d'un aliment de qualité stable, ainsi qu'une température et une hygrométrie constantes (25°C et 70% d'hygrométrie).

L'emploi d'un échantillon de référence est nécessaire et peut être constitué par une préparation en poudre. Nous avons utilisé depuis un an une même préparation pour faire nos tests de mise au point technique et il ne semble pas qu'il y ait une diminution quelconque d'efficacité depuis le premier test (voir graphique), où la technique «poudre» a été utilisée.

Il sera intéressant de confronter méthodiquement le titrage effectué sur *Anagasta kübniella* avec celui effectué sur *Pieris brassicae*, puisque nous pouvons envisager l'hypothèse d'une modification du rapport entre les deux titrages en fonction des variations intervenant soit dans le choix des souches bactériennes utilisées, soit dans les conditions de culture ou la technique de fabrication des préparations, soit encore dans les propriétés de conservation des germes et des toxines (3).

Nous laissons aux utilisateurs l'appréciation de l'utilité d'une formulation d'Unités Biologiques *Anagasta* comme nous l'avons suggéré dans le cas du titrage sur les chenilles de *P. brassicae*.

#### BIBLIOGRAPHIE

- (1) BONNEFOI, A., BURGERJON, A. et GRISON, P.: Titrage biologique des préparations de spores de *Bacillus thuringiensis* Berliner. C-R Acad. Sci. 1958, T. 247, p. 1418—1420. —
- (2) BURGERJON, A.: Titrage et définition d'une unité biologique pour les préparations de *Bacillus thuringiensis* Berliner. Entomophaga, 1959, T. IV (3), p. 201—206. —
- (3) BURGERJON, A., DE BARJAC, H.: Essais préliminaires sur le rôle insecticide de la toxine thermostable produite par *Bacillus thuringiensis* Berliner. Communication au Congrès International d'Entomologie, Vienne 1960 (ce volume). —
- (4) BURGERJON, A., YAMVRIAS, C.: Titrage biologique des préparations à base de *Bacillus thuringiensis* Berliner vis-à-vis de *Anagasta (Ephestia) kübniella* Zell C-R Acad. Sci., 1959, T. 249, p. 2871—2872. —
- (5) HANNAY, C. L., FITZ-JAMES, P. C.: The protein crystal of *Bacillus thuringiensis* Berliner. Canad. J. of Microbiology, 1955, p. 694—710. —
- (6) HEIMPEL, A. M., ANGUS, T. A.: The site of action of crystalliferous bacteria in Lepidoptera larvae. Journ. of Insect Pathology, 1959, v. 1, (2), p. 152—170. —
- (7) MENN, J. J.: Bioassay of a microbial insecticide containing spores of *Bacillus thuringiensis* Berliner. Journ. of Insect Pathology, 1960, v. 2, p. 134—138.

# SENSIBILITE VIS-A-VIS DE BACILLUS THURINGIENSIS DES INSECTES NUISIBLES AUX RUCHES: GALLERIA MELLONELLA L. ET ACHROIA GRISELLA FABR.

F. HEITOR<sup>1</sup>

## Introduction

Depuis plusieurs années, dans de nombreux pays, l'utilisation de *B. thuringiensis* est étudiée pour la lutte contre les Lépidoptères nuisibles (Steinhaus, 1954; Lemoigne, 1956; Burgerjon, 1959).

Ces recherches ont démontré la sensibilité de nombreuses espèces de Lépidoptères à cette bactérie mais le mode d'action de celle-ci a fait l'objet de diverses interprétations, à la suite de la mise en évidence par Hannay et Fitz-James (1954/55) du cristal protéinique accompagnant la spore. Pour certains auteurs, la virulence du *B. thuringiensis* est surtout due à l'action de ce cristal (Hannay, 1953; Angus, 1946; Steinhaus et Jerrel, 1954; Schwetzova, 1958; Vankova, 1958). Pour d'autres, comme Toumanoff (1954), la présence du cristal n'est pas indispensable et Heimpel (1953) insiste sur le rôle du  $p_H$  de l'intestin moyen et de la lécithinase émise par la bactérie.

Sur deux espèces de chenille, *Galleria mellonella* L. et *Achroia grisella* L., dont le  $p_H$  de l'intestin moyen est compris entre 7 et 8, nous avons essayé d'apporter une contribution à ces études. Nous avons, tout d'abord, cherché parmi différentes souches de *B. thuringiensis*, celle qui se montrait la plus virulente et, avec celle-ci, nous avons comparé l'action des différents constituants. Enfin, pour la pratique, des essais d'application de préparations à base de *B. thuringiensis* ont été réalisés pour définir les modalités d'emploi contre ces ravageurs des ruches.

## Détermination du $p_H$

Etant donné l'intérêt de connaître le  $p_H$  pour les études sur *B. thuringiensis* nous avons essayé de déterminer le  $p_H$  de l'intestin sur les deux espèces de Lépidoptères retenues pour notre étude; *Galleria mellonella* et *Achroia grisella*.

Trois méthodes ont été expérimentées sur *Galleria mellonella*:

1° La méthode de Sinha un peu modifiée: après un jour de jeûne, les chenilles ont été alimentées avec du pollen mélangé avec des colorants indicateurs: rouge neutre, bleu thymol, rouge crésol et rouge phénol. Après 24 heures; nous avons fait la dissection et les couleurs observées dans les différentes parties de l'intestin ont été comparées pour chacun des indicateurs à celles de son  $p_H$  de virage; nous avons trouvé les résultats suivants:

Int. antérieur	.....	$8,4 < p_H < 8,8$
Int. moyen	.....	$8,4 < p_H < 8,8$
Int. postérieur	.....	$6,8 < p_H < 8,4$

2° Les chenilles ont été ingérées avec les mêmes indicateurs et d'une manière identique à l'expérience antérieure. Après dissection nous avons ajusté les couleurs de solutions des mêmes indicateurs avec les couleurs présentées par les différentes régions de l'intestin. Le  $p_H$  des solutions ajustées fut déterminé au potentiomètre.

Résultats:	Int. antérieur	.....	$7,7 < p_H < 7,9$
	Int. moyen	.....	$8,0 < p_H < 8,35$
	Int. postérieur	.....	$6,95 < p_H < 7,5$

3° Après dissection des chenilles, le contenu intestinal fut prélevé et déposé dans une électrode de verre à coupelle, et le  $p_H$  était déterminé directement.

<sup>1</sup> Ce travail a été réalisé au Laboratoire de Lutte Biologique et de Biococnotique de La Minière. Nous tenons à remercier M. Grison, Directeur, M. Martouret, un de ses collaborateurs, pour le très bon accueil et l'orientation qu'ils nous ont donnés. Nous remercions également tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

Résultats:	Int. antérieur .....	7,15 < p <sub>H</sub> < 7,35	Valeur moyenne 7,3
	Int. moyen .....	7,45 < p <sub>H</sub> < 7,85	Valeur moyenne 7,6
	Int. postérieur .....	6,05 < p <sub>H</sub> < 6,45	Valeur moyenne 6,25

Cette dernière méthode a semblé plus précise que les précédentes, aussi c'est la seule que nous ayons utilisée pour *Achroia grisella*. Sur cette espèce les résultats suivants ont été obtenus:

Int. moyen .....	7,9 < p <sub>H</sub> < 8,05	Valeur moyenne 7,9
------------------	-----------------------------	--------------------

Matériel et technique utilisés

Nous avons utilisé les souches suivantes de *B. thuringiensis*: Anduze et Berliner, des collections de l'Institut Pasteur et d'Alès; *Galleriae* du laboratoire de Darmstadt; *Subtoxicus*, *Finitimus*, *Sotto* et *Entomocidus* qui ont été envoyées par le laboratoire canadien de Sault Ste. Marie. Ces souches ont été mises en culture à l'Institut Pasteur, selon la technique déjà décrite par les collaborateurs du Dr Bonnefoi.

Les chenilles, utilisées dans les expériences, provenaient d'élevages effectués dans des conditions rigoureusement constantes (25°C et 80% d'humidité relative) dans lesquels on prélevait des individus du dernier stade larvaire.

Les essais ont été effectués en employant successivement la méthode d'ingestion forcée à la microseringue, décrite par Martouret (1960) et la méthode d'ingestion libre par poudrage de la cire, utilisée par Krieg (1958).

Résultats obtenus par la méthode d'ingestion forcée

Dans un premier essai nous avons utilisé des doses de 0,5 µl, 3 µl et 5 µl par insecte, pour déterminer la dose optimum.

D'après les premiers résultats obtenus, nous avons retenu la dose 3 µl pour tous les essais suivants qui ont été réalisés sur des lots de 100 chenilles.

Le tableau I donne les résultats obtenus avec les différentes souches.

Tableau I  
Choix de la souche

Souche	Pourcentage de mortalité	
	Avec 10 chenilles	Avec 100 chenilles
Anduze .....	10	10
Subtoxicus .....	10	19
Galleriae .....	20	37
Finitimus .....	20	20
Sotto .....	30	30
Entomocidus .....	60	36
Berliner.....	80	71

Pour étudier les différentes fractions de la culture nous avons utilisé seulement la souche Berliner.

Nous avons, d'une part, comparé l'action de la culture totale à celle des deux parties obtenues par centrifugation, culot et surnageant. D'autre part, nous avons testé l'efficacité de la toxine des cristaux lysés par le régurgitat de Piéride, selon Martouret (1960), ou traités par une lessive, alcaline d'après la méthode d'Angus.



Le tableau II donne les résultats.

Tableau II  
Action des différents constituants

Matériel employé	Pourcentage de mortalité	
	<i>Galleria mellonella</i>	<i>Achroia grisella</i>
Culture totale .....	62	70
Culot (cristaux plus spores lavés et centrifugés) ...	36	32
Surnageant (3 fois concentré) .....	1	0
Cristaux seuls .....	12	13
Cristaux traités avec la bave de Piéride .....	0	8
Cristaux traités par une lessive alcaline .....	0	0
Surnageant de la centrifugation de cristaux incubés dans une solution tampon de même p <sub>H</sub> que la bave	8	0

Résultats obtenus par la méthode d'ingestion libre

La plupart des expériences ont été réalisées avec deux préparations de l'Institut Pasteur à base de *B. thuringiensis*, souche Anduze, titrée, selon Burgerjon, l'une à 900 UB l'autre à 2700 UB. Un essai a été effectué avec une poudre à base de *B. thuringiensis* souche Berliner qui, sur *Pieris brassicae* L. avait manifesté une efficacité 4 fois supérieure à celle de la souche Anduze titrée à 900 UB.

Pour effectuer les essais nous avons mélangé les différentes quantités du produit avec 5 grammes de pollen et offert à 10 chenilles de moyenne taille.

Les résultats sont présentés au tableau III.

Tableau III  
Préparations a base de souche Anduze

Doses (avec 5 g. de pollen)	Insecte	Pourcentage de mortalité	
		900 UB/g.	2700 UB/g.
0,01	<i>G. mellonella</i>	0	—
	<i>A. grisella</i>	—	—
0,05	<i>G. mellonella</i>	10	67
	<i>A. grisella</i>	—	—
0,1	<i>G. mellonella</i>	5	66
	<i>A. grisella</i>	10	65
0,25	<i>G. mellonella</i>	10	50
	<i>A. grisella</i>	—	—
0,5	<i>G. mellonella</i>	—	91
	<i>A. grisella</i>	10	40
1	<i>G. mellonella</i>	—	—
	<i>A. grisella</i>	—	40

L'essai avec la poudre de *B. thuringiensis* souche Berliner a été effectué avec 3 g. de pollen à différentes doses de poudre et offert à 25 chenilles. Chaque dose comprenait deux lots.

Résultats : tableau IV.

**Tableau IV**  
Poudre de *B. thuringiensis* (souche Berliner)

Dosage de la poudre (par 3 g. de pollen)	Pourcentage de mortalité	
	<i>G. mellonella</i>	<i>A. grisella</i>
0 (témoin)	0	0
0,01	50	2
0,05	83	6
0,1	96	18
0,25	90	28
0,5	96	56

Ce tableau fait ressortir une plus grande sensibilité de *Galleria*. Ces résultats sont analogues à ceux obtenus par Krieg (1958) avec cet insecte aussi.

### Conclusion

Nos essais, réalisés avec deux espèces de chenilles dont le  $p_H$  de l'intestin moyen est compris entre 7 et 8, montrent une meilleure efficacité de la culture totale de *B. thuringiensis* souche Berliner. L'utilisation de diverses fractions aboutit à une mortalité plus faible, les cristaux seuls ayant donné les résultats les plus élevés (entre 12 et 13%).

Suivant la théorie de Heimpel, nous sommes donc amenés à penser qu'il existe, dans la culture totale, un facteur en plus que les spores et les cristaux.

En ce qui concerne l'utilisation éventuelle du *B. thuringiensis* Berliner dans la lutte contre les teignes des ruches nous pensons que l'utilisation de cette souche peut être intéressante.

### BIBLIOGRAPHIE

- ANGUS, T. A., 1956a: General characteristics of certain insect pathogens related to *Bacillus cereus*. — Canadian J. Microbiology, 2, 111. — ANGUS, T. A., 1956b: Association of toxicity with protein-crystalline inclusion of *Bacillus sotto* Ishiwata. — Canadian J. Microbiology, 2, 122. — ANGUS, T. A., 1956c: Extraction, purification and properties of *Bacillus sotto* toxin. — Canadian J. Microbiology, 2, 416. — BONNEFOI, A. et Mme BEGUIN, S., 1959: Recherches sur l'action des cristaux de *Bacillus thuringiensis* Berliner souche «Anduze». — Entomophaga, t. IV (3), 193. — BURGERJON, A. et GRISON, P., 1959: Sensibilité de différents Lépidoptères à la souche Anduze de *B. thuringiensis* Berliner. — Entomophaga, 4 (3), 207—209. — HANNAY, C. L., 1953: Crystalline inclusion in aerobic sporeforming bacteria. — Nature, 172, 1004. — HANNAY, C. L. et FITZ-JAMES, 1954/55: The protein crystals of *Bacillus thuringiensis* Berliner. — Canadian J. of Microbiology, 1, 694. — HEIMPEL, A. M., 1953: The  $p_H$  in the gut and blood of the Larch sawfly *Pristiphora erichsonii* HTG and other insects with reference to the pathogenicity of *Bacillus cereus*. — Canadian J. of Zoology, 33, 99. — HEIMPEL, A. M., 1955: Investigation of the mode action of strains of *Bacillus cereus* FR and FR pathogenic for the Larch sawfly, *Pristiphora erichsonii* HTG. — Canadian J. of Zoology, 33 (a), 311—326. — KRIEG, A., 1958: Nouvelles recherches sur l'emploi de *B. thuringiensis*. — (L'Agronomie Tropicale), 6, 785 (C-R 2° Colloque sur la Pathologie des Insectes — Paris — Octobre 1958). — KRIEG, A. et FRANZ, J., 1958: Versuche zur Bekämpfung von Wachsmotten mittels Bakteriose. — Naturwissenschaften, 1 (46), 22—23. — LECOMTE, J. et MARTOURET, D., 1959: Non toxicité pour les Abeilles des traitements à base de *Bacillus thuringiensis* Berliner souche Anduze (Bactérie pathogène pour les larves de Lépidoptères). — Annales de l'Abeille, I. N. R. A., 2, 171—175. — LEMOIGNE, M., BONNEFOI, A., BEGUIN, S., GRISON, P., MARTOURET, D., SCHENK, A. et VAGO, C., 1956: Essais d'utilisation de *B. thuringiensis* Berliner contre *Pieris brassicae* L. — Entomophaga, 1, 19—34. — MARTOURET, D., 1960: Etudes préliminaires sur le mode d'action de *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* Berliner vis-à-vis de *Pieris brassicae* L. — XI° Congrès International d'Entomologie de Vienne, II, 849—855. — SCHWETZOWA, O. I., 1958: Biological characters of some entomophagenous bacteria and their practical use. —

Communication à la première Conférence Internationale sur la Pathologie des Insectes et la lutte biologique — Prague. — SINHA, R. N., 1959: The Hydrogen-ion concentration in the alimentary canal of Beetles Infesting Stored grain and grain products. — *Annals of the Ent. Soc. of America*, 52 (6), 763. — STEINHAUS, E. A. et JERREL, S. E. A., 1954: Further observations on *Bacillus thuringiensis* Berliner and other sporeforming bacteria. — *Hilgardia*, 23, 1. — TANADA, Y., 1959: Microbial control of Insect Pests. — *Annual Review of Ent.* 4, 277. — TOUMANOFF, C., 1954: A propos d'un caractère différentiel de *Bacillus cereus* var. *Alesti* Tourn. et Vago, agent pathogène de la flacherie infectieuse des Vers à soie. — *Annales Institut Pasteur*, 87, 486. — TOUMANOFF, C., 1955: Au sujet de souches cristallogènes entomophytes des *Cereus*. Observations sur leurs inclusions cristallines. — *Annales Institut Pasteur*, 89, 644. — VANKOVA, Y., 1958: Study of optimal conditions for laboratory fermentation of *Bacillus thuringiensis* Berliner on shaker machine and in laboratory tank. — Communication à la première Conférence Internationale sur la Pathologie des Insectes et la lutte biologique — Prague.

## ETUDES PRELIMINAIRES SUR LE MODE D'ACTION DE BACILLUS THURINGIENSIS VAR. THURINGIENSIS BERLINER VIS-A-VIS DE PIERIS BRASSICAE L.

D. MARTOURET

Laboratoire de Lutte Biologique et de Biocoenotique, La Minière

### Introduction

L'hypothèse émise par Hannay (10) que la pathogénicité de *Bacillus thuringiensis* Berliner vis-à-vis de certaines espèces d'Insectes est liée à la présence d'un cristal, a été confirmée en 1956 par Angus dans une étude de l'action toxique des cristaux de *Bacillus thuringiensis* var. *Sotto* Ishiwata sur *Bombyx mori* L. Cet auteur qui a isolé (1) des cultures de ce même germe le principe toxique des cristaux (3) soluble dans l'intestin de *Bombyx mori* L. et dans les solutions alcalines a mis en évidence (4) la nature protéique des extraits alcalins purifiés, ainsi que leur composition chimique qui est identique à celle des cristaux; après leur ingestion par *Bombyx mori* L. ces extraits de toxine reproduisent les symptômes d'intoxication obtenus avec les cristaux et déjà rapportés par Angus (2).

Mais lorsqu'ils sont injectés dans la cavité générale de la même espèce de Lépidoptères les cristaux ou bien la toxine protéine extraite ne provoquent aucune intoxication.

Dans la présente étude nous nous sommes efforcés de caractériser les particularités de l'intoxication de *Pieris brassicae* L. par les cristaux de *B. thuringiensis* var. *thuringiensis* Berliner; cette variété selon de Barjac et Burgerjon (7) est des plus toxiques vis-à-vis de ce Lépidoptère sur lequel nous avons étudié les conditions et le processus d'action du principe toxique contenu dans les cristaux d'un tel germe.

### I — Matériel biologique utilisé

Cristaux de *B. thuringiensis* Berliner.

Les cristaux qui ont été utilisés au cours des différents essais ont été obtenus à partir d'une seule souche de *Bacillus thuringiensis* Berliner conservée dans la collection de l'Institut Pasteur sous la référence 53.138.

La culture a été réalisée sur le milieu liquide, aéré peptoné par la technique qui a déjà été rapportée, Béguin Mme S. et Martouret D. (6). Après libération des spores la culture est récoltée par centrifugation et le sédiment est lavé comme le fait Angus (4) par l'eau physiologique, l'eau distillée et le chlorure de sodium molaire. La séparation des cristaux et des spores a été effectuée par émulsion à l'aide de Tétrabromoéthane, procédé inspiré de la technique récente de Angus (5).

La préparation ainsi obtenue dont la teneur en cristaux n'est pas inférieure à 95% est lavée à l'eau physiologique puis 3 fois à l'eau distillée. Les cristaux sont ensuite centrifugés et resuspendus dans l'eau stérile, pour être conservés en tubes scellés.

#### Protéine.

La protéine de *B. thuringiensis* Berliner a été préparée à l'aide de la technique d'extraction alcaline de Angus et elle a l'aspect d'une poudre blanche légèrement floconneuse.

#### Insectes-tests.

Toutes les chenilles de *Pieris brassicae* L. qui ont été utilisées au cours des essais, étaient alimentées sur Chou; ces larves, dont l'élevage est réalisé en permanence par l'Insectarium de La Minière dans les conditions optima requises pour les tests de lutte microbiologique, Grison et Sylvestre de Sacy (9) étaient soumises aux tests de toxicité dès l'achèvement de leur 4ème mue, c'est-à-dire au début du 5ème âge larvaire.

## II — Tests de toxicité

### 1. Technique.

L'activité toxique des diverses préparations a été étudiée sur les chenilles de Piéride par ingestion forcée et par injection individuelles, à l'aide d'une microseringue, sur des groupes de 10 individus et selon des techniques adaptées de celles employées par Dutky (8) et par Martignoni (13).

La chenille de Piéride qui est manipulée procède à une importante régurgitation buccale, et il est nécessaire, avant de procéder à l'ingestion forcée de provoquer cette régurgitation pour s'assurer que l'individu conservera intégralement la quantité de préparation qui lui est administrée.

Immédiatement après l'exécution de l'un ou l'autre de ces traitements l'aliment est offert à chacun des lots de 10 chenilles traitées, sous forme d'une feuille de Chou découpée, d'une surface toujours équivalente à 100 cm<sup>2</sup>.

### 2. Contrôle des tests.

Au cours des essais ainsi réalisés, les critères de contrôle suivants ont été retenus: observation des symptômes d'intoxication, de leur intensité et de leurs délais d'apparition chez les individus traités;

mortalité éventuelle de ceux-ci complétée par un examen pathologique des cadavres afin d'y déceler la présence ou non de formes bacillaires de *B. thuringiensis* et d'apprécier ainsi une éventuelle activité septicémique secondaire, superposée au processus d'intoxication et provoquée par des spores encore présentes dans les préparations. Les contrôles ont été effectués chaque jour et la quantité de feuillage consommée dans chaque lot au cours des premières 24 heures était appréciée très exactement.

## III — Observations et résultats

### Symptômes d'intoxication chez *Pieris brassicae* L.

Ceux-ci ont donné lieu à de nombreuses observations pour caractériser la nature des manifestations qui surviennent chez la Piéride, après l'ingestion des préparations de cristaux de *Bacillus thuringiensis* Berliner que nous décrivons ailleurs et résumons ainsi:

Un premier symptôme est l'arrêt de l'alimentation chez la larve; celui-ci survient quasi immédiatement après l'ingestion des cristaux. Les surfaces des feuillage de Chou qui sont offertes aux chenilles pendant les 24 heures qui suivent le traitement présentent quelques rares et légères morsures à leur périphérie.



La soudaineté de cet arrêt alimentaire est particulier à la Piéride du Chou, car chez le Ver à soie selon Angus (2) les mandibules des larves de cette espèce, se meuvent encore normalement 105 minutes après l'ingestion des cristaux, et dans un même temps les individus traités ont encore consommé entre le tiers et la moitié du poids des feuilles de Mûrier mangées par les Vers à soie témoins.

La paralysie alimentaire manifestée par *Pieris brassicae* L. n'est pas immédiatement accompagnée de léthargie, tandis que chez *Bombyx mori* L. ce deuxième symptôme, ou «sluggishness» décrit par Angus est consécutif à l'apparition de la paralysie alimentaire.

Au cours des observations sur Piéride, la léthargie est apparue seulement de 12 à 24 heures après l'ingestion. La léthargie manifestée par *Pieris brassicae* est presque toujours accompagnée par des troubles digestifs analogues à ceux observés par Steinhäus (15) chez *Colias phylodice Eurythemae* Boisd.; 24 à 48 heures après l'ingestion des cristaux il apparaît chez la Piéride un troisième état qui correspond à la paralysie générale observée par Angus chez *Bombyx mori* L.

Dissolution des cristaux de *B. thuringiensis* Berliner dans le contenu du tube digestif de *P. brassicae* L.

Consécutivement à l'observation des phases successives de l'intoxication chez la chenille de Piéride l'étude expérimentale de la dissolution des cristaux de toxine dans le contenu du tube digestif de cette larve a été tentée «in vitro».

Ainsi que nous l'avons déjà rappelé c'est Angus (1) qui, le premier a mis en évidence la solubilité du cristal de *B. thuringiensis* var. Sotto Ishiwata dans un extrait du contenu «in toto» de l'intestin de *Bombyx mori* L. à  $p_H = 9,5-10,0$  et qui a ensuite réalisé la dissolution alcaline du cristal pour en extraire le principe toxique par des lessivages sodiques successifs dont le  $p_H$  était voisin de 10,1.

Dans une première série d'essais, nous avons observé «in vitro» sous le microscope dans une cellule étanche constituée par une goutte pendante enrobée dans l'huile de vaseline la dissolution des cristaux de *B. thuringiensis* Berliner dans le contenu «in toto» de l'intestin de la chenille de *Pieris brassicae* L. à  $p_H = 8,9$ .

Dans ces conditions, et à la température du Laboratoire, le cristal perd rapidement sa réfringence après deux à trois minutes d'observation, se gonfle et après un temps qui varie de 10 à 15 minutes pendant lequel il s'estompe progressivement, il disparaît totalement, au plus après 18 minutes d'observation.

Avec le même dispositif et dans les mêmes conditions la solubilité des cristaux de la même souche a été étudiée dans le liquide contenu dans l'intestin antérieur de la chenille; ce liquide est régurgité par l'Insecte et est aisé à recueillir. Dans ce liquide que nous désignons indifféremment par les termes de «régurgitat» ou de «bave», de  $p_H = 9,5$  la lyse du cristal est sensiblement plus rapide et la dissolution totale est observée après un temps moyen de 2 minutes, qui n'a jamais dépassé 9 minutes.

Ce résultat qui est obtenu à un  $p_H$  moins alcalin que celui exigé par l'extraction alcaline, montre chez *Pieris brassicae* L., la contribution qui est apportée par certaines fonctions digestives de la larve à la lyse du cristal de toxine de *B. thuringiensis* Berliner, et ceci, presque immédiatement après son ingestion et sa mise en présence du contenu de l'intestin antérieur.

Soumis au test de Pickford (14) le liquide contenu dans l'intestin antérieur de la larve de Piéride manifeste une activité protéolytique intense, et il semble que ce soit cette activité enzymatique qui provoque la lyse rapide des cristaux de *B. thuringiensis* Berliner qui, selon Hannay et Fitz-James (11), sont également constitués par des protéines.

### Lyse des cristaux par le régurgitat de *Pieris brassicae* L.

L'étude de la toxicité d'un tel lysat de cristaux par le régurgitat, est effectuée pour établir la relation entre la lyse des cristaux et la paralysie alimentaire qui se manifeste chez la chenille au cours d'une même séquence, et il est préparé une quantité importante et homogène de produit de lyse.

La régurgitation de la bave contenue dans l'intestin antérieur de plus de 3000 larves de Piéride au 5ème âge a été provoquée trois fois sur chacune d'entre elles à 24 heures d'intervalle. Les 100 ml. de régurgitat ainsi recueillis sont centrifugés au froid, congelés et conservés à  $-15^{\circ}\text{C}$ ; dans ces conditions la préparation peut être conservée environ trois mois sans perdre ses propriétés.

Les cristaux centrifugés sont resuspendus en milieu tamponné à  $p_{\text{H}}=9,5$  et la bave est ajoutée à raison de 0,5 ml. pour 2 mg. de cristaux. Dans ces conditions, la lyse a été quasi-totale après 6 à 8 heures d'incubation à  $28^{\circ}\text{C}$ . Parallèlement, des préparations de protéine avec bave, de cristaux seuls et de bave seule sont incubées dans les mêmes conditions au même  $p_{\text{H}}$ . Les préparations sont centrifugées et les surnageants sont congelés immédiatement et conservés pour être testés.

### Etude de la toxicité des lysats de cristaux.

Dans une première série d'essais l'activité du lysat de cristaux a été étudiée en ingestion forcée et en injection avec diverses quantités d'inoculat, qui ont été comparées quant aux délais d'apparition des symptômes et à leur intensité. Le tableau I où figurent seulement les résultats des essais concernant les Insectes traités avec le lysat de cristaux montre que:

Après ingestion les cristaux lysés par le régurgitat de Piéride possède des propriétés toxiques identiques à celles des cristaux, et provoquent les mêmes symptômes; toutefois, quand il est ingéré une quantité faible, les manifestations de paralysie ne surviennent pas immédiatement.

Par injection dans la cavité générale le lysat de cristaux montre une toxicité comparable à celle qu'il manifeste en ingestion forcée, alors que les cristaux ou la protéine extraite non lysés sont totalement inactifs par cette voie (4); pour une même quantité d'inoculat, la paralysie générale est plus lente à survenir, que par ingestion forcée.

**Tableau I**

Symptômes et mortalité des larves de *Pieris brassicae* L. au 5ème stade après injection ou ingestion de cristaux de *B. thuringiensis* Berliner lysés.

	Quantité en ml.	Paralysie alimentaire	Paralysie générale	Mortalité totale au Nème jour	Cadavres avec septicémie a <i>B. thuringiensis</i>
Cristaux lysés par la bave					
Injection.....	0,002	++	+	10/10 (3è)	5
	0,003	+++	++	10/10 (2è)	6
	0,005	+++	++	10/10 (2è)	10
Ingestion .....	0,001	++	+	10/10 (2è)	8
	0,002	++	++	10/10 (2è)	7
	0,003	+++	++	9/10 (5è)	0
	0,005	+++	+++	10/10 (2è)	7

Injection



Ingestion

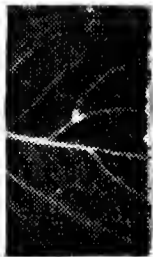


Fig. 1. Contrôle de la paralysie alimentaire: surface de feuillage consommée par 10 larves de *Pieris brassicae* L. au 5ème stade, dans les 24 heures après injection ou ingestion forcée de 0,005 ml. de préparation.

Cristaux  
lysés

Protéine  
lysée

Dans une seconde série d'essais, et avec une même quantité d'inoculat de 0,005 ml., la toxicité des cristaux lysés par la bave, a été comparée à celle de la protéine extraite des cristaux et lysée dans les mêmes conditions; la figure 1 montre le feuillage consommé par chaque lot de chenilles au cours des premières 24 heures après le traitement et permet d'apprécier la paralysie alimentaire. Le tableau II résume les résultats qui ont été obtenus:

Par ingestion la protéine lysée montre une activité identique à celle du lysat de cristaux, quant à l'arrêt d'alimentation, mais elle induit la paralysie générale beaucoup plus tardivement.

En injection dans la cavité générale la protéine lysée montre une activité paralysante plus tardive et peu intense.

Tableau II

Symptômes et mortalité de larves de *Pieris brassicae* au 5ème stade après injection ou ingestion de lysats de cristaux ou de protéine de *B. thuringiensis* Berliner

	Nature	Paralysie alimentaire	Paralysie générale	Mortalité totale au Nème jour	Cadavre avec septicémie à <i>B. thuringiensis</i>
Injection 0,005 ml.	Cristaux lysés	+++	++	10/10 (2è)	10
	Cristaux incubés	0	0	0	0
	Protéine lysée	+	+	8/10 (2è)	5
	Témoin H <sub>2</sub> O stérile	0	0	4/10 (8è)	0
	Bave	0	0	0	0
Ingestion 0,005 ml.	Cristaux lysés	+++	++	10/10 (4è)	6
	Cristaux incubés	0	0	3/10 (7è)	0
	Protéine lysée	+++	+	10/10 (5è)	6
	Témoin H <sub>2</sub> O stérile	0	0	0	0
	Témoin	0	0	2/10 (8è)	0
Sans intervention					

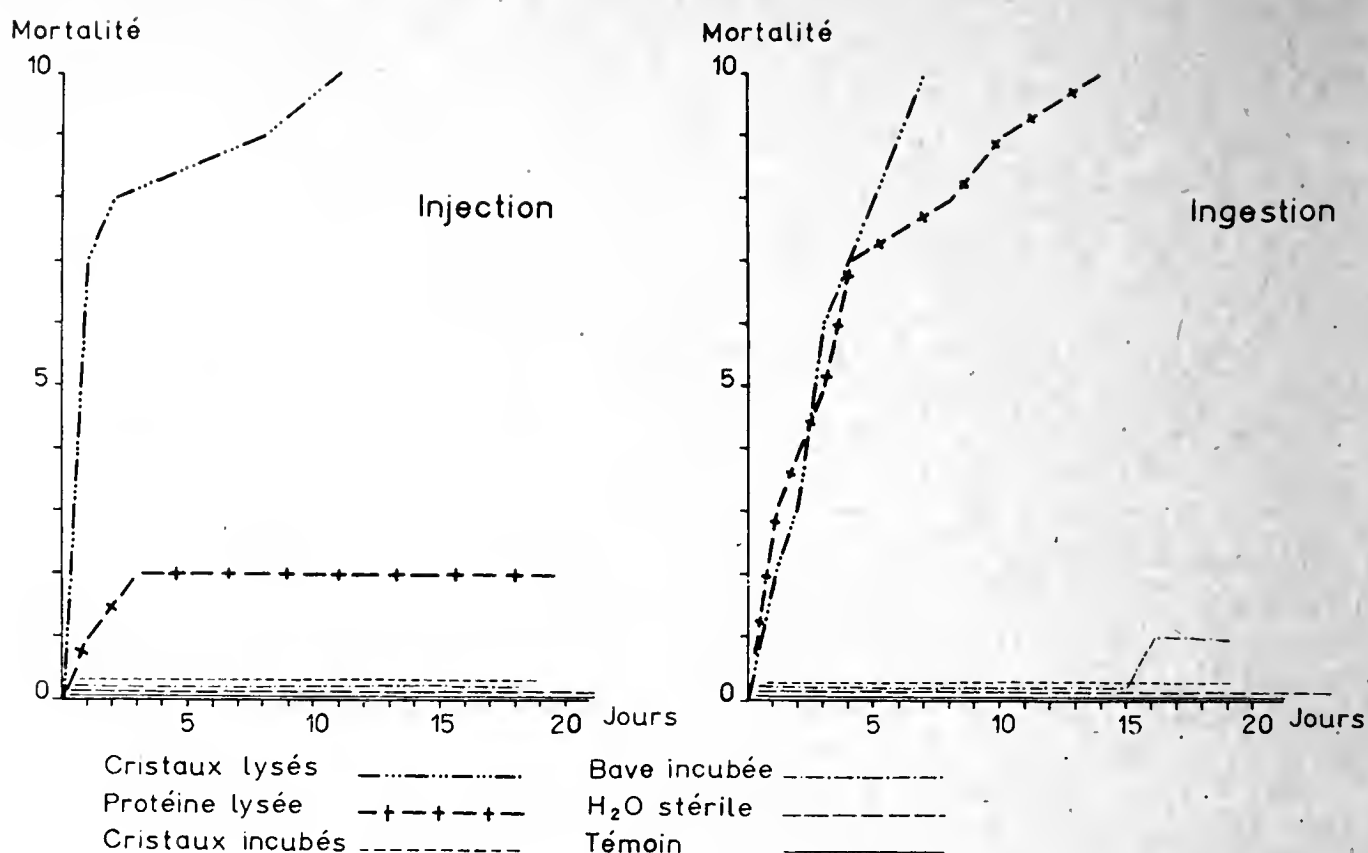


Fig. 2. Mortalité des larves de *Pieris brassicae* L. au 5ème stade après injection ou ingestion forcée de 0,005 ml. de préparation.

Les mortalités observées dans ces différents essais ne peuvent être prises en considération, elles ne sont qu'indicatives car de nombreux cas de septicémie à *Bacillus thuringiensis* ont été décelés dans les cadavres; pour écarter ce facteur secondaire de mortalité qui interfère avec les processus d'intoxication, les préparations ont été rendues stériles par filtration sur bougie.

Au cours d'une troisième série d'essais, ces préparations stériles ont été testées, et le graphique de la figure 2 rapporte les profils des mortalités qui ont été obtenues par ingestion forcée et par injection, avec les lysats de cristaux et de protéine.

La mortalité totale est obtenue avec les cristaux lysés après 7 jours par ingestion et 10 jours par injection; avec la protéine lysée elle est observée après 13 jours par ingestion. En injection la mortalité provoquée par la protéine lysée est seulement partielle, et les manifestations de paralysie qui avaient affecté les chenilles survivantes se sont montrées réversibles.

#### IV — Discussion

Les résultats obtenus montrent que le principe toxique des cristaux de *Bacillus thuringiensis* Berliner est libéré par une lyse à caractère enzymatique qui s'effectue dans le tube digestif de *Pieris brassicae* L., dès l'ingestion des cristaux et leur passage dans l'intestin antérieur.

La première activité manifestée par la toxine ainsi libérée est une paralysie alimentaire, qui correspond chez l'Insecte, à l'arrêt de l'une des deux seules fonctions digestives qui soient sous la dépendance du système nerveux, l'autre étant l'excrétion; ceci semble confirmer comme le suppose Angus (2) que le principe actif est une neurotoxine.

Chez *Pieris brassicae*, celle-ci agirait d'abord directement au niveau de l'intestin comme l'ont suggéré Heimpel et Angus (12) pour certaines espèces d'Insectes sensibles à *B. thuringiensis*, et chez lesquelles les symptômes de l'intoxication sont différents de ceux manifestés par *Bombyx mori*; le fait que la paralysie alimentaire soit plus lente à survenir



quand la toxine libre est injectée directement dans l'hémolymphé semble étayer cette hypothèse.

Les phases suivantes de l'intoxication présentée par la Piéride, léthargie et paralysie généralisée, sembleraient correspondre à l'activité de certaines fractions du principe toxique après leur passage dans l'hémolymphé au travers de la paroi intestinale.

Le lysat de la protéine extraite des cristaux manifeste une activité identique à celle des cristaux ou de leur lysat quant au déclenchement de la paralysie alimentaire. Rappelons que, selon Angus (4) les cristaux de *B. thuringiensis* var. *Sotto* Ishiwata et la protéine qu'il en avait extraite, avaient une même composition chimique.

Mais la faible activité des lysats de protéine des cristaux de *B. thuringiensis* Berliner vis-à-vis de l'induction des symptômes de léthargie et de paralysie alimentaire aussi bien en injection qu'en ingestion forcée, semble indiquer que la protéine a perdu au cours de l'extraction une partie des propriétés communes aux cristaux et au lysat enzymatique. Ces résultats tendent à suggérer une hétérogénéité des constituants du principe toxique, dont certains seraient spécifiques d'une catégorie de réponses de l'Insecte à l'intoxication. Nos recherches poursuivies avec la collaboration d'un biochimiste de l'Institut Pasteur de Paris sont actuellement orientées dans ce sens.

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) ANGUS, T. A.: A bacterial toxin paralyzing silkworm larvae. *Nature*, 173: 545, 1954. — (2) ANGUS, T. A.: General characteristics of certain insect pathogens related to *Bacillus cereus*. *Canad. Jour. of Microbiology* 2: 111—121; 1956. — (3) ANGUS, T. A.: Association of toxicity with protein-crystalline inclusion of *Bacillus sotto* Ishiwata. *Canad. Jour. of Microbiology*, 2: 122—131; 1956. — (4) ANGUS, T. A.: Extraction, purification and properties of *Bacillus sotto* toxin. *Canad. Jour. of Microbiology*, 2: 416—426; 1956. — (5) ANGUS, T. A.: Separation of bacterial spores and parasporal bodies with a fluorocarbon. *Jour. of Insect Pathology* 1: 97—98; 1959. — (6) BEGUIN, S. (Mme) et MARTOURET, D.: Essais de traitement microbiologique par poudrage. C. R. IV<sup>e</sup> Congrès Int. de Lutte contre les Ennemis des Plantes Hambourg 1957 I: 885—887. — (7) DE BARJAC, H. (Mlle) et BURGERJON, A.: Etudes d'efficacité comparative des différentes souches de *Bacillus thuringiensis*. XI<sup>e</sup> Congrès International d'Entomologie, Vienne 1960, II, 834. — (8) DUTKY, S. R.: Method for the preparation of spore-dust mixtures of type A milky disease of Japanese beetle larvae for field inoculation U.S.D.A. Bur. Ent. Plant Quar. ET-192: 10. — (9) GRISON, P. et SYLVESTRE DE SACY, R.: L'élevage de *Pieris brassicae* L. pour les essais de traitement microbiologique. *Ann. Epiphyties* 4: 663—676; 1956. — (10) HANNAY, C. L.: Crystalline inclusions in aerobic sporeforming bacteria. *Nature* 172: 1004; 1953. — (11) HANNAY, C. L. et FITZ-JAMES, P. C.: The protein crystal of *Bacillus thuringiensis* Berliner. *Canad. Jour. of Microbiology* 1: 694—710; 1955. — (12) HEIMPEL, A. M. et ANGUS, T. A.: The site of action of crystalliferous Bacteria in Lepidoptera larvae. *Jour. of Insect Pathology* 1: 152—170; 1959. — (13) MARTIGNONI, M.: Contributo alla conoscenza di una granulosa di *Eucosma griseana* Hübn. (Lepidoptera, Tortricidae) quale fattore limitante il pullulamento dell'insetto nella Engadina alta. *Mitteilungen Schweiz. Anstalt* 32, fasc. 7: 371—418; 1957. — (14) PICKFORD, G. E. et DORRIS, F.: Micromethod for the detection of Proteases and amylases. *Sciences* 80: 317—319; 1934. — (15) STEINHAUS, E. A.: Possible use of *Bacillus thuringiensis* Berliner as an aid in the control of the Alfalfa caterpillar. *Hilgardia* 20: 359—381; 1951.

# AU SUJET DE LA TAXONOMIE DES BACTERIES AEROBIES SPOROGENES ET CRISTALLOPHORES PATHOGENES POUR CERTAINS INSECTES

C. TOUMANOFF, Institut Pasteur de Paris

La séance d'aujourd'hui a été consacrée en grande partie à l'exposé de travaux concernant l'action, sur les larves de *Lépidoptères*, de l'espèce bactérienne désignée sous le nom de *Bacillus thuringiensis* Berliner.

Cette désignation paraîtra certainement critiquable à plusieurs bactériologistes, et spécialistes des maladies des insectes, puisque la définition de *B. thuringiensis* en tant qu'espèce bactérienne autonome est sujette à caution.

Nous savons très bien que la taxonomie bactérienne est extrêmement délicate. Il est bien difficile de procéder à un groupement des bactéries et même parfois de définir une espèce.

Il faut tenir compte en effet des variations que présentent diverses formes pouvant être rattachées à la même espèce, variations qui rentrent dans le processus d'évolution des bactéries.

Ces variations peuvent se manifester aussi bien sur le plan morphologique que dans le comportement physiologique des bactéries.

La définition de l'espèce correspond à un ensemble cohérent de caractères propres à une bactérie attestant une certaine stabilité mais qui n'est toutefois pas à l'abri de mutations qui peuvent survenir lorsque le milieu change.

Les bactéries aérobies sporogènes du genre *Bacillus* dont un certain nombre parasitent les insectes ne font pas exception aux règles générales qui s'imposent à la définition de l'espèce qui ne saurait ainsi être acceptée sans être discutée.

Tous ceux qui s'occupent des maladies bactériennes des insectes s'accordent sur le fait qu'il faut bien définir les caractères des microorganismes qui parasitent les insectes, et, qu'on utilise actuellement dans la lutte bactériologique, tout particulièrement contre les larves des *Lépidoptères*.

Il est opportun ainsi de rappeler à tous ceux qui ont eu l'occasion d'expérimenter avec les bactéries aérobies sporogènes ou de les utiliser sur le terrain des faits intéressant la nomenclature des bactéries aérobies sporogènes pathogènes pour les larves des *Lépidoptères* et de les mettre en garde contre les confusions qui peuvent résulter de l'emploi de ces germes, sans une définition appropriée.

En 1953 nous avons présenté la description des souches entomophytes de *B. cereus* pathogènes pour les insectes et avons exprimé dans notre première publication ainsi que dans celles qui suivirent qu'il existe plusieurs variétés de *B. cereus* pathogènes pour les larves de *Lépidoptères*. Nous avons insisté tout particulièrement sur le fait que tous les *cereus* pathogènes pour les insectes sont caractérisés par le blanchiment du milieu à l'œuf comme le font les *cereus* saprophytes (Colmer 1948, J. Bact., 1948, 55.777).

Les souches très pathogènes comme faiblement pathogènes ou inoffensives pour les insectes produisent donc une lécithinase que nous avons soupçonné d'être toxique pour les insectes avant de prouver sa toxicité, mais sans lui attribuer un effet pathogène exclusif.

Parmi les souches de *cereus* entomophytes celle appelée *B. cereus* var. *thuringiensis* ne différait pas au premier abord des autres souches de bactéries aérobies sporogènes rapportées à cette espèce.

Depuis l'ingénieuse suggestion de Hanney sur le rôle possible que jouent les inclusions cristallines parasporales qui se forment dans le corps de *B. thuringiensis* et sont libérées au moment de la sporulation, les recherches ont pris une direction nouvelle.

En effet les recherches de plusieurs auteurs (Angus 1954; Toumanoff 1955; Fitz-James, Toumanoff et Young 1958 etc. . . .) ont démontré que les inclusions cristallines proteiques du bacille dénommé *thuringiensis* et des formes voisines étaient toxiques pour les larves des Lépidoptères.

Les recherches de Fitz-James, Toumanoff et Young ont fait ressortir aussi que d'autres fractions proteiques qui peuvent être isolées de ces bacilles sont également toxiques pour ces insectes (7).

La constatation de la présence des inclusions cristallines chez les *cereus* entomophytes nous a incité à diviser les représentants de cette espèce en *cereus* cristallophores et non cristallophores, les premiers étant tout particulièrement pathogènes pour les chenilles de Lépidoptères, et d'apporter quelques observations sur ces inclusions.

Nous avons démontré d'autre part que les souches cristallophores de *cereus* n'étaient pas toutes identiques et que *B. cereus* var. *alesti* se distinguait notamment de la variété *sotto* et de la var. *thuringiensis* par un certain nombre de caractères appropriés.

L'étude méthodique de diverses souches de *cereus* adaptées au parasitisme chez les Lépidoptères permet leur distinction et l'institution d'un système taxonomique approprié et utile en tenant compte à la fois des caractères généraux de *cereus* et de ces variétés cristallophores.

Il était intéressant, en effet, de reconnaître l'existence au sein des *cereus* cristallophores des variétés présentant des caractères propres notamment lorsqu'il s'agissait de formes parasitant différents insectes.

Nous avons pu montrer ainsi que les trois représentants de *cereus* cristallophores qui furent à l'époque connus: *B. cereus* var. *alesti*, var. *thuringiensis* et var. *sotto* pouvaient être aisément distingués des autres et que le premier attestait même des particularités remarquables.

En 1955 Delaporte et Beguin ont décrit une souche cristallophore de *B. cereus* qui leur fut communiquée par M. Vago qui l'a isolée des Cévennes, à Anduze, non loin d'Alès. Elles ont rapporté cette souche à *B. thuringiensis* en le dénommant *B. thuringiensis* souche Anduze. Il s'agissait dans le cas de ce bacille, comme nous l'avons démontré, de *B. cereus* var. *alesti* (18).

Au terme de leur étude ces auteurs ont conclu que la souche qu'elles avaient étudiée «doit être considérée comme un *B. thuringiensis* ainsi que les souches de *B. cereus* var. *sotto* et *B. cereus* var. *alesti*».

Cette proposition de grouper toutes les souches cristallophores sous le nom de *B. thuringiensis* était certainement inspirée par Steinhaus, qui a fait antérieurement la même suggestion (12).

En 1958 Heimpel et Angus ont tenté de grouper les bactéries aérobies sporogènes «ralliées à *B. cereus*» (related to *Bacillus cereus*) selon l'expression des auteurs.

Dans leur communication les auteurs donnent la redescription des diverses souches déjà décrites par d'autres auteurs. Ils y soutiennent la proposition de Steinhaus et Jarrel (12) et Delaporte et Beguin, tendant au maintien de *Bacillus cereus* var. *thuringiensis* comme espèce spéciale.

Dans la discussion des résultats de leur étude les auteurs disent, entre autre, que se conformant aux observations des divers auteurs ils ont été persuadés que les trois formes de *cereus* cristallophores antérieurement désignées sous les noms de *sotto*, *alesti* et *thuringiensis* sont si semblables qu'ils doivent être considérés comme une seule espèce («the

results of these studies and those of others [Delaporte et Beguin; Toumanoff; Steinhaus; Toumanoff and Vago] have persuaded us that the three bacterial isolates previously referred to by the specific epithets *sotto*, *alesti* and *thuringiensis* are so similar that they must be regarded as one species»).

Cette assertion de H. et A. est d'autant plus surprenante que nous avons insisté bien avant la parution de leur travail sur le fait que ces trois formes, et plus particulièrement *alesti*, ont des caractères propres qui permettent de les différencier et de les considérer comme des variétés de *cereus* cristallophores.

Les auteurs ajoutent ensuite: «toutefois il existe des différences constantes, plutôt de second ordre, qui justifient leur désignation comme variétés» («However there are constant differences mostly minor in nature, that justify designating them as varieties»).

Cette conclusion de Heimpel et Angus est conforme à celle que nous avons formulé dans nos publications antérieures à leur travail paru en 1958.

Dans ce même travail Heimpel et Angus proposent un système taxonomique, pour les bactéries aérobies sporogènes du groupe *cereus*, qui consiste à considérer tous les *cereus* porteurs d'inclusions parasporales comme appartenant à l'espèce indépendante *B. thuringiensis* et à dissocier au sein de cette espèce des variétés caractérisées par un certain nombre de caractères propres.

Nous nous sommes opposés à ce système taxonomique et, en présentant la description d'un certain nombre de souches nouvelles de *cereus* cristallophores et pathogènes nous avons procédé à une classification qui nous paraît plus logique et plus naturelle que celle de Heimpel et Angus (10).

Pour définir une espèce bactérienne on doit faire abstraction des caractères minimes et aléatoires qu'elle peut présenter.

Dans son excellent exposé sur l'espèce bactérienne Lwoff (1958, Ann. Inst. Pasteur 1958, T. 94, p. 137), qui est un homme des plus qualifiés par ses recherches sur la physiologie bactérienne à traiter de cette question, définit comme suit la notion d'espèce:

«Les espèces des bactériologistes sont en règle générale asexuelles. Prenons pour point de départ un individu bactérien donné. Nous pouvons admettre que tous ces descendants et leurs mutants appartiennent à la même espèce. Les mutations peuvent cependant porter sur des gènes gouvernant des caractères très divers: utilisation de l'aliment énergétique, synthèse des métabolites essentiels, synthèse des substances antigéniques, etc. . . . Par le jeu des mutations et de la sélection, les descendants de notre bactérie originelle pourront différer de l'ancêtre par un grand nombre de caractères. Notre espèce est un stade d'un processus évolutif, un état d'équilibre précaire, une tranche d'évolution. A partir de quel nombre de mutations le descendant sera-t-il promu au rang d'espèce autonome? Il est évident que le choix et le groupement des caractères qui définiront l'espèce ou le groupe dépendra de l'idiosyncrasie de chacun».

Dans le domaine qui nous intéresse ce sont les bactéries aérobies sporogènes appartenant au genre *Bacillus* qui nous intéressent tout particulièrement.

Parmi les représentants de ce genre c'est *Bacillus cereus* qui fut surtout reconnu pathogène pour les insectes.

Cette espèce présente un ensemble de caractères bien définis qui sont: la production de lécithinase, l'existence de l'exosporium, la teneur pour ainsi dire constante et bien définie de ses spores en ADN (8), l'action toujours semblable sur les glucides, la formation sur milieu approprié d'acetyl-méthylcarbinol qui permettent de la considérer comme une entité bactérienne difficile à contester, mais qui n'est pas à l'abri de mutations possibles.



Si l'espèce bactérienne, selon Lwoff, n'a pas d'existence réelle et n'est qu'un « concept » et nous nous rallions à sa manière de voir, parmi les bactéries aérobies sporogènes c'est *B. cereus* qui, en raison de ses caractères bien définis peut certainement être considéré comme une espèce « valable » ce qui permet de discuter son comportement en tant que saprophyte banal, ou adapté au parasitisme chez les insectes.

Pour ne pas créer le chaos dans la classification des bactéries il faut éviter, d'une part, la création d'espèces nouvelles lorsqu'elle n'est pas justifiée et aussi la résurrection d'espèces, qui après des études approfondies, sont tombées en synonymie avec des formes bien connues.

Or parmi les bactéries aérobies sporogènes, l'espèce décrite en 1911 par Berliner et dénommée *B. thuringiensis* fut reconnue, par la suite, avoir tous les caractères propres à *B. cereus* et désignée dans l'avant dernière édition de Bergey et al. sous le nom de *B. cereus* var. *thuringiensis*.

Toutefois dans la dernière édition de ce manuel de bactériologie le nom *B. thuringiensis* en tant qu'espèce spéciale était ressuscité dans un but soi-disant pratique, afin de dissocier la forme de *cereus* pathogène pour les larves de Lépidoptères de celles qui ne le sont pas.

Nous considérons que cette résurrection acceptée par un certain nombre d'auteurs est injustifiable tant sur le plan biologique que pratique, et, surtout sur le plan pratique.

Il est bien connu que tous les *cereus* porteurs d'inclusions cristallines sont parasites d'insectes Lépidoptères il est intéressant de reconnaître pourquoi et comment ce germe s'est adapté à ces hôtes et comment il devient, dans certains cas, cristallophore.

Nous considérons ainsi que la dénomination des *cereus* porteurs d'inclusions cristallines comme étant une espèce spéciale, *B. thuringiensis*, non seulement ne saurait simplifier la classification mais au contraire la complique et l'embarrasse en mettant au rang d'espèce les *cereus* porteurs d'inclusions cristallines qui peuvent cependant, grâce à l'ensemble des caractères qu'ils attestent, dans chaque cas particulier, être considérés comme variétés cristallophores de ce bacille.

On ne peut admettre que par simple souci d'ordre (du reste douteux), on sépare de l'ensemble des *cereus*, les formes qui portent des cristaux.

Il a été reconnu en effet qu'on peut isoler des cultures de *cereus* cristallophores des mutants qui sont dépourvues d'inclusions cristallines et que les souches banales de cette espèce peuvent être transformées en cristallophores par plusieurs passages dans la cavité générale des insectes. D'autre part les mutants ayant perdu leurs inclusions cristallines, devenus avirulents, et dont les caractères correspondent entièrement à *cereus* normal, ont été obtenus, soit naturellement, soit expérimentalement (18, 8).

L'espèce *cereus* étant comme d'autres bactéries aérobies sporogènes sujette à des mutations, les souches cristallophores pourront être considérées comme des mutants ayant acquis l'aptitude à former la substance toxique proteique cristalline sous forme d'inclusions parasporales et cela grâce au parasitisme chez les insectes. Plus précisément c'est par passage dans la cavité générale de l'insecte que ces bactéries peuvent acquérir les propriétés pathogènes.

Il en est certainement de même pour *B. anthracis* qui est une variété de *cereus* et qui, à notre avis, en adoptant l'expression de Lwoff par « le jeu des mutations et de la sélection » est devenue pathogène pour les animaux supérieurs et l'homme.

L'espèce *cereus* peut ainsi présenter des modifications selon le milieu intérieur qui est offert à son développement et son évolution ultérieure dépend certainement de ce milieu. Nous référant toujours à Lwoff, répétons qu'il est difficile d'affirmer « au bout de quel nombre de mutations » le descendant d'un individu bactérien sera promu au rang d'espèce autonome.

Personne n'ignore que le *B. anthracis* (ou plutôt *B. cereus* var. *anthracis*) peut perdre complètement sa virulence et conserver tous les caractères de *B. cereus* banal.

On sait aussi qu'injecté à des doses massives *B. cereus* s'avère pathogène pour les animaux de laboratoire<sup>1</sup>, mais pour le moment, on ne peut affirmer dans quelles conditions, et au bout de combien de passages des souches de *cereus* peuvent acquérir la virulence de l'*anthracis* ni quelles souches en sont capables.

Les particularités acquises par certaines de ces variétés cristallophores de *cereus* sont certainement en relation avec les hôtes qu'ils parasitent.

Il n'est pas à exclure que le changement d'hôte entraîne aussi des modifications physiologiques des souches.

C'est ainsi que les éléments utiles concernant les caractères biochimiques des diverses souches qu'on rencontre chez divers hôtes, et leur virulence, ayant été acquis, on doit s'efforcer de reconnaître leur caractéristique et le comportement selon les hôtes parasités.

Sur le plan pratique il y aurait intérêt à augmenter leur virulence en tenant compte de la spécificité de leur action qu'il y a lieu d'accroître par des passages appropriés et multiples.

Ce sont les mélanges judicieusement constitués de produits obtenus à partir de souches spécifiques pour différentes chenilles de Lépidoptères qu'on pourrait obtenir des produits polyvalents et utiles.

Comme nous l'avons déjà dit plus haut le groupement des bactéries aérobies pathogènes pour certains insectes est non seulement souhaitable, mais nécessaire pour faire ressortir et connaître les caractères des divers *cereus* adaptés au parasitisme chez des insectes différents.

Ce groupement ne nous intéresse cependant pas sur le plan strictement taxonomique trop hasardeux et incertain.

La taxonomie n'est qu'un moyen de reconnaître les particularités de certaines souches selon leur origine, les affinités et les différences qui existent entre elles, et de savoir comment elles se comportent à l'égard d'hôtes variés.

C'est à ce titre que nous avons proposé antérieurement un tableau comparatif dans lequel ne sont compris que les germes dont tous les caractères correspondent à la définition de *B. cereus* et dont il faudrait séparer les bacilles cristallophores différents qu'on ne peut pas rattacher à cette espèce.

Nous aurons du reste l'occasion de revenir sur cette question dans un travail spécial consacré à justifier notre manière de voir dans le domaine des bactéries aérobies sporogènes cristallophores pathogènes pour certains insectes.

## BIBLIOGRAPHIE

- 1) ANGUS, T. A.: A bacterial toxin paralysing silkworm larvae. — *Nature*, 173, 545, 1954.
- 2) ANGUS, T. A.: General characteristics of certain insect pathogens related to *B. cereus*. — *Canad. J. Microbiol.*, 111—121, 1956.
- 3) ANGUS, T. A.: Extraction, purification and properties of *Bacillus sotto* toxin. — *Canad. J. Microbiol.*, 2, 122—131, 1956.
- 4) BREED, R. S., MURRAY, E. G. D. et SMITH, N. R. (editors): *Bergey manual of determinative Bacteriology*, 7th edit. 1094 pp. Williams & Wilkins Baltimore, 1957.
- 5) LE CORROLLER, Y.: A propos de la transformation de souches banales de *B. cereus* Frank et Frank en souches cristallophores pathogènes pour les insectes. — *Annales Inst. Pasteur* 94, 670—673, 1958.
- 6) DELAPORTE, B. et BEGUIN: Etude d'une souche de *Bacillus* pathogène pour certains insectes identifiées à *B. thuringiensis*. — *Annales Inst. Pasteur*, 89, 632, 1955.
- 7) FITZ-JAMES, P. C., TOUMANOFF, C. et ELISABETH I. YOUNG: Localization of a toxicity for silkworm larvae in parasporal inclusion of *Bacillus cereus* var. *alesti*. — *Canad. J. of micro-*

<sup>1</sup> Clark: in *Bergey et al.* 1957.

biology, 4, 385, 1958. — 8) FITZ-JAMES, P. C. et YOUNG, E. I.: Comparison of species and varieties of the genus *Bacillus* structure and nucleic acid content of spores. — J. Bacteriol. 78, 743—754, 1959. — 9) HANNAY, C. L.: Crystalline inclusions in aerobic spore forming bacteria. — Nature, 172, 1004, 1953. — 10) HEIMPEL, A. M. et ANGUS, T. A.: The taxonomy of insect pathogens related to *B. cereus* Fr. et Fr. — Canad. J. of microbiology, 4, 531—541, 1958. — 11) SMITH, N. R., GORDON, R. E. and CLARK, F. E.: Aerobic sporeforming bacteria. — U. S. Dept. of Agr. Misc. Publ., 559, Reissued as. U.S. Dept. Agr. monograph., 16, 1952. — 12) STEINHAUS, E. A.: Further observations on *Bacillus thuringiensis* and other sporeforming bacteria. — Hilgardia, 23, 1—12, 1954. — 13) TALALAIEV, E. V.: Septicemia in the caterpillars of the siberian silkworm (in Russian). — Microbiologia, 25, 99—102, 1952. — 14) TOUMANOFF, C.: A propos d'un caractère différentiel de *B. cereus* var. *alesti* Toum. et Vago, agent pathogène de la flacherie infectieuse des vers à soie. — Ann. Inst. Pasteur, 87, 486, 1954. — 15) TOUMANOFF, C., VAGO, C. et GLADILINE, C.: Recherches sur l'effet toxique de *Bacillus cereus* var. *alesti* vis-à-vis des vers à soie (deuxième partie). — Ann. Inst. Pasteur, 86, 438, 1954. — 16) TOUMANOFF, C. et VAGO, C.: Sur la virulence vis-à-vis du ver à soie de quelques *cereus* entomophytes en tant que test de comparaison. — Ann. Inst. Pasteur, 88, 338, 1955. — 17) TOUMANOFF, C.: Etude comparative de la souche toxigène de *B. cereus* var. *sotto* (Ishiwata) agent pathogène de la flacherie des vers à soie au Japon. — Ann. Inst. Pasteur, 88, 384, 1955. — 18) TOUMANOFF, C.: Au sujet de souches cristallophores entomophytes de *cereus*. Observations sur leurs inclusions cristallines. — Ann. Inst. Pasteur, 90, 660—665, 1955. — 19) TOUMANOFF, C.: Virulence expérimentale d'une souche banale de *Bacillus cereus* Frank et Frank pour les chenilles de *Galleria mellonella* L. et *Pieris brassicae*. — Ann. Inst. Pasteur, 96, 680—688. — 20) TOUMANOFF, C.: La lutte bactériologique contre les larves nuisibles de Lépidoptères. Choix d'une souche. — I. Int. conference Insect Pathology and Biol. Control, Praha 1958. — 21) TOUMANOFF, C. et LE CORROLLER, Y.: Contribution à l'étude de *B. cereus* Frank et Frank cristallophores et pathogènes pour les larves de Lépidoptères. — Ann. Inst. Pasteur, 96, 680—688, 1959. — 22) TOUMANOFF, C.: Observation concernant le rôle probable d'un prédateur dans la transmission d'un bacille aux chenilles de *Pieris brassicae*. — Ann. Inst. Pasteur, 96, pp. 108—110, 1959. — 23) VANKOVA, J.: Study of the effect of *B. thuringiensis* on insects. — Folia Biologica, 3, 175—182, 1957.

## EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ZUR ERHÖHUNG DER VIRULENZ ENTOMOPATHOGENER PILZE

A. EWLACHOWA, USSR

Einer der Wege zum experimentellen Erhalten neuer Formen von Mikroorganismen besteht in der Verwendung starkwirkender Faktoren mit nachfolgender Selektion der Varianten nach einem bestimmten Merkmal.

Analog den Untersuchungen, die auf dem Gebiete zur Erzielung neuer aktiver Stämme von Antibiotika und fermentbildenden Pilzproduzenten durchgeführt werden, hielten wir es für möglich, Formen von entomopathogenen Pilzen mit erhöhter Virulenz unter der Einwirkung einiger physikalischen und chemischen Faktoren zu erhalten und zu selektionieren.

In dieser Richtung begannen die Arbeiten, an denen der Physiker Martens teilnahm, im Jahre 1957.

Als Einwirkungsfaktoren wurden einige Insektizide, wie zum Beispiel DDT und HCH, und physikalische Faktoren, wie zum Beispiel Ultraschall, Ultraviolett-, Röntgen- und  $\gamma$ -Strahlen, verwendet.

Außerdem wurden einige Kombinationen der genannten Faktoren verwendet, wie zum Beispiel Röntgenstrahlen mit ultravioletten Strahlen und  $\gamma$ -Strahlen mit DDT.

Die Versuche wurden mit zwei Arten von *Fungi imperfecti* durchgeführt, die als Erreger von Infektionsmykosen vieler Schädlinge bekannt sind.

Für Versuche verwendeten wir besonders aus dem Freiland isolierte virulente Stämme, die aus Insekten gewonnen wurden, wie zum Beispiel den Pilz *Beauveria bassiana* Vuill., den wir aus *Zeuzera pyrina* L. und *Cossus cossus* L. erhielten; *Aspergillus flavus* Link wurde aus *Locusta migratoria* L. gezogen.

Die nach Merkmalen in der Kultur selektierten Varianten wurden im Laboratorium an folgenden Insekten erprobt: an *Eurygaster integriceps* Put., an *Laspeyresia pomonella* L. und einigen anderen.

Parallel dazu wurden in den Versuchen die Ausgangsstämme erprobt.

Als Maßstab zur Bestimmung der Virulenz diente uns das Sterblichkeitsprozent der Insekten.

Bei der Einwirkung durch chemische Faktoren erhielten wir besonders widerstandsfähige plus-Varianten des Pilzes *B. bassiana*, welche die erworbenen Eigenschaften durch eine Reihe von Generationen beibehielten. Diese Varianten wurden im flüssigen Medium unter Zusatz von 1%iger DDT-Konzentration erzielt.

Die Einwirkung von Ultraschall und ultravioletten Strahlen ergab auch nach zweifacher Behandlung keine Virulenzveränderung in der von uns gewünschten Richtung.

Positive Ergebnisse erhielten wir mit dem Pilz *B. bassiana* nach Einwirkung von weichen Röntgenstrahlen und  $\gamma$ -Strahlen.

Als  $\gamma$ -Strahlungsquelle verwendeten wir radioaktives Kobalt ( $\text{Co}^{60}$ ) mit einer Aktivität von 280 mg äquivalent Radium.

Bei den Röntgenversuchen wurde mit einer Arbeitsspannung von 5 bis 25 kV gearbeitet, die weiche Röntgenstrahlen mit einer Wellenlänge der Größenordnung von 0,4 bis 2 Å ergibt.

Bei der Bestrahlung mit  $\gamma$ - und weichen X-Strahlen erhielten wir positive Varianten bei einer Verwendung von Dosen in dem verhältnismäßig großen Bereich von 1200 bis 40.000 Röntgen.

Andererseits wurden bei der Bestrahlung mit weichen X-Strahlen positive Varianten bereits bei wesentlich geringeren Dosen, in der Größenordnung von 40 Röntgen beobachtet.

Wir stellen fest, daß der Bestrahlungseffekt nicht nur von der Art des Organismus und der Dosis der Strahlen, sondern auch von der Entwicklungsphase des bestrahlten Organismus abhängt.

Dabei wurde in unseren Versuchen eine maximale Anzahl experimenteller Varianten nach der Einwirkung auf junge Kulturen in der Phase des Myzelwachstums und zu Beginn der Sporenbildung erhalten. Diese Erscheinung stellen auch eine Reihe von Autoren für andere Objekte fest.

Die Insektensterblichkeit durch die erhaltenen experimentellen Varianten lag um 30—40% höher als bei den Ausgangsstämmen.

Mit dem Pilz *Aspergillus flavus* erhielten wir in unseren Versuchen keine bedeutende Erhöhung der Virulenz, auch nicht bei Verwendung von größeren Dosen. Das läßt sich durch die hohe Plastizität dieses Pilzes, als saprophytischer Organismus erklären.

Die Versuche, die mit den im Experiment erhaltenen Stämmen zur Bestimmung ihrer Virulenz in den nachfolgenden Generationen durchgeführt worden sind, haben gezeigt, daß bei einer Reihe von Stämmen jene Eigenschaften, die unter Einfluß starkwirkender Faktoren erworben worden sind, sich bis in die 7. bis 10. Generation erhalten haben.

Die bisherigen Ergebnisse unserer Untersuchungen haben sich für weitere Arbeiten auf dem Gebiet der mikrobiologischen Methode als vielversprechend erwiesen.



# ZUR KULTIVIERUNG DER ENTOMOPATHOGENEN PILZE

ANNA SAMŠIŇÁKOVÁ

Lab. f. Insektenpathologie, Inst. f. Biologie, Praha

In einem der Vorträge dieses Kongresses wurde in der Diskussion darüber gesprochen, ob auch entomopathogene Pilze in Massenkulturen produziert werden. Ich möchte hier nur kurz über meine dies betreffende Arbeit berichten.

Die entomopathogenen Pilze der Gattung *Beauveria*, *Isaria*, *Spicaria* oder *Metarrhizium* wurden schon lange in größerem Ausmaße kultiviert und benutzt, allerdings nur in Oberflächenkulturen gezüchtet. *Metarrhizium* war sogar der erste der für biologische Schädlingsbekämpfung kultivierten Pilze, wenn wir die Arbeit von Metschnikov in Betracht nehmen. In der allerletzten Zeit finden wir die Arbeiten von Telenga, der über Kultivation auf Kukuruz berichtete.

Der Nachteil aller dieser Kultivationen ist, daß — wie groß auch die erzeugte Masse im ganzen gewesen ist — der vorwiegende Anteil, die Hyphenmasse, ohne Auswirkung auf den Wirt und die Sporen seltener waren. Unser Bestreben im Labor für Insektenpathologie in Prag war es, eine Massenkultur solcher Pilze vorzubereiten, die uns viel mehr aktive Stadien Sporen liefern möchte. Nach längerem Bestreben haben wir nun die Kultivation von *Beauveria bassiana* auf flüssigem Nährboden soweit entwickelt, daß Versuche im Betriebsmaßstab bereits schon beginnen. Dabei zeigten sich folgende interessante Einzelheiten:

1. In submerser Kultivierung gehaltene Stämme bilden nicht lange Hyphen, sondern nur ganz kurze Ketten, die in ovale Abschnitte zerfallen.
2. Anstatt runder Sporen, die in Oberflächenkulturen gebildet werden, bilden sich ovale oder länglich-ovale Stadien, die dieselbe Funktion haben und infektiös sind.
3. Diese ovalen Sporen werden fast vom ganzen Volumen der Pilzstadien gebildet, so daß der Hyphenrückstand ganz gering ist.
4. Während die Oberflächenkultur normalerweise ihre Sporen erst nach etwa einer Woche ausbildet, sporuliert die durchlüftete submerse Kultur schon nach 50 Stunden und ist bereit zur weiteren Verarbeitung.
5. Die Erträge unserer Kultivationen brachten etwa 1% und mehr trockener Substanz.

Die Kultivierung ist selbstverständlich in weiterer Entwicklung, und wir hoffen, in der allernächsten Zeit mehr über unsere Resultate berichten zu können.

## DISKUSSION

H. WILLE: Auf welchen Medien werden die Pilze gezüchtet?

SAMŠIŇÁKOVÁ: Vorläufig kann darüber wegen industrieller Gründe noch keine Auskunft erteilt werden.

# BEITRAG ZUR PATHOLOGIE DER FICHTENGESPINSTBLATTWESPE (*Cephaleia abietis* L.)

EDWIN DONAUBAUER

Forstliche Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, Wien

Die Fichtengespinstblattwespe (*Cephaleia abietis* L.; Syn.: *Cephalcia abietis* L., *Lyda hypotrophica* Htg.) verursacht bisweilen in Mittel- und Nordeuropa Kalamitäten.

In Österreich hat diese Blattwespe seit 1841 im Wipp- und Stubaital (Tirol), bei Feldbach (Steiermark), bei Lockenhaus (Burgenland), bei Mondsee (Oberösterreich) und in der Gegend von Karlsbach (Niederösterreich) Massenvermehrungen größeren Ausmaßes erlebt. (Schimitschek, 1947 u. 1950; Jahn et al., 1959.) Das schädliche Auftreten von *Cephaleia abietis* L. beschränkt sich in Österreich — mit Ausnahme der Gradationen in Tirol — auf die Gebiete des künstlichen Picetums.

Zuletzt kam es im Frühjahr 1956 bei Karlsbach (Niederösterreich) zu einer Massenvermehrung auf mehreren hundert Hektar, bei der die höchsten bisher bekannten Belagszahlen erreicht worden sind: Knapp nach dem Abbaumen der Afterraupen wurden bei Probestichungen im rund 4 ha großen Herdgebiet durchschnittlich 843 Larven pro m<sup>2</sup> Bodenfläche gefunden (auf einem Quadratmeter an einem stark befallenen Bestandesrand sogar 1360 Stück!).

Bis zum April 1959 hatte sich die Population im gleichen Befallsgebiet auf 83 m<sup>2</sup> verringert und war im April 1960 sogar auf 46 Larven pro m<sup>2</sup> gesunken. Im Mai 1960 kam es nach vierjährigem Überliegen der Latenzlarven zum neuerlichen Flug. Bei dem oben erwähnten Beispiel ist nach dieser Zeit die ursprüngliche Bevölkerung durch abiotische und biotische Reduktionsfaktoren auf annähernd ein Zwanzigstel dezimiert worden.

Unter den biotischen Reduktionsfaktoren kommt bei den Latenzlarven den Infektionskrankheiten die größte Bedeutung zu. Bisher sind an den Latenzlarven folgende Krankheiten gefunden worden, ohne daß nähere Untersuchungen über die Pathogenität und den Infektionsverlauf oder eine Determination des Erregers erfolgt wären: Bakteriosen (Lang, 1893; Kudela, 1957), Virose (Schimitschek, 1950 u. 1951; Kudela, 1957; Jahn et al., 1959) und Mykosen (Eckstein, 1897; Kudela, 1957).

Im Verlaufe der gegenwärtig noch anhaltenden Gradation im Gebiet von Karlsbach fand ich Gelegenheit, Untersuchungen über Pilzkrankheiten der Latenzlarve anzustellen.

Die häufigste Pilzkrankheit der Latenzlarve wird durch *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Syn.: *Botrytis bassiana* Bals.) hervorgerufen. Über die Infektionsversuche und den Krankheitsverlauf konnte bereits im Vorjahr ausführlich publiziert werden (Donaubauer, 1959).

Im Rahmen des heutigen Vortrages möchte ich einige neuere und ergänzende Ergebnisse in bezug auf Infektion und pathologische Veränderungen im Larvenkörper herausstellen.

## 1. Die Infektion

Die auf das Integument der Afterraupe aufgetragenen Konidien von *Beauveria bassiana* treiben bei hinreichender Feuchtigkeit einen Keimschlauch. (Der Hydraturgrenzwert beträgt für die Sporenkeimung nach Schneider, 1953, bekanntlich 92% rel. Dampfspannung.) Diese etwa 1 µ dicke Keimhülle dringt nun aber nicht unmittelbar in das Integument des Wirtstieres ein, wie man es vermuten könnte. Durch epimikroskopische Beobachtungen konnte vielmehr gefunden werden, daß die Keimhülle in unregelmäßigen Windungen oberflächlich etwa 15—20 µ dahinwächst, bevor sie die Epikutikula durchdringt.

In der Exo- und Endokutikula beginnt die Hülle üppig nach allen Seiten zu einem Myzel auszuwachsen. Die Hyphenzellen sind zwar häufig kurz, doch meist doppelt so stark als die Keimhülle. Der Pilz hat es offensichtlich gar nicht eilig, in die Leibeshöhle vorzustoßen, sondern fühlt sich in der Exo- und Endokutikula sichtlich wohl. Obwohl keine eindeutige Tendenz zum Körperinneren hin erkennbar ist, können die Hyphen

die etwa 35  $\mu$  mächtige Kutikula in weniger als 24 Stunden durchwachsen und die Epidermis erreichen.

Es ist also festzuhalten, daß die Keimhülle deutliche Schwierigkeiten hat, die Epikutikula an jeder beliebigen Stelle zu durchwachsen und daher Lücken sucht, an denen diese verletzt ist.

Diese Beobachtung deckt sich mit ähnlichen Erfahrungen Koidsumis, 1957. Koidsumi hat die Epikutikula der Larven von *Chilo simplex* und *Bombyx mori* mechanisch und chemisch entfernt und dann Impfungen mit *Beauveria bassiana* und *Aspergillus flavus* vorgenommen. Bei den behandelten Versuchstieren war der Infektionserfolg im Vergleich zu Kontrolltieren wesentlich höher. Aus Exuvien gelang es ihm weiters, Extrakte mit verschieden großer fungistatischer und fungizider Wirkung zu gewinnen.

Vielleicht ergeben sich nach weiteren grundlegenden Untersuchungen aus diesen Ergebnissen interessante Aspekte für die biologische Schädlingsbekämpfung, indem versucht wird, gleichzeitig mit dem pathogenen Agens ein Chemikal zu applizieren, das die antipilzliche Wirksamkeit der Epikutikula aufhebt oder zumindest verringert.

## 2. Turgeszenz

Nach dem Eintritt des Pilzes in die Epidermis werden deren Zellen lokal eng begrenzt geschädigt. Vor dem Tode des Wirtstieres geht die Entwicklung des Pilzes ansonsten ausschließlich auf Kosten der Hämolymphe und zum Teil auch der Hämocyten vor sich. Kurze Zeit nachdem Sporidien und Hyphenkörper gebildet worden sind, ist eine deutliche Verminderung des Turgors zu registrieren, die sich auch in einer geringen Verkürzung des Larvenkörpers äußert. Bald steigt der Turgor aber wieder auf übernormale Höhe an, so daß dann die Afterraupe wie zum Zerplatzen prall und weit über die natürliche Länge gestreckt wird.

Wodurch werden diese Vorgänge verursacht? Es ist vor auszuschicken, daß die Versuche bei annähernder Wasserdampfsättigung durchgeführt worden sind und daher ein Wasserverlust durch Verdunstung auszuschließen ist. Der Turgorverlust wäre am ehesten so zu erklären, daß die vom Pilz ausgeschiedenen Toxine eine Erschlaffung der Muskulatur, vor allem der Tonusmuskulatur, bewirken. Schwieriger zu deuten sind das Prallwerden und die Streckung. Früher vertrat man die Ansicht, daß das Insekt zu diesem Zeitpunkt bereits vom Pilz gleichsam ausgestopft wäre. Dies trifft aber bei weitem nicht zu. Die Hyphenkörper und keimenden Sporidien sind relativ selten und schwer zu finden. Mitunter sind im Rückengefäß und ventral in den letzten Abdominalsegmenten aber Zusammenballungen des Pilzes zu sehen. Dadurch kommt es gewiß allmählich zu einer Sistierung der Blutzirkulation. Ob die Stauung der Hämolymphe allein genügt, um eine solche Streckung zu erzeugen, ist anzuzweifeln. Entstehen etwa gegen die turgeszenzmindernden Toxine Antitoxine, die den Prozeß umkehren? Wir wissen es gegenwärtig noch nicht.

Der Angriff des Pilzes auf die verschiedenen Gewebe erfolgt im allgemeinen erst post mortem. In erster Linie werden die Fettzellen befallen und aufgelöst. Hier machen allerdings jene Fettzellen mit großem Albuminoidreichtum — wie er bei der Metamorphose auftritt — eine Ausnahme, denn sie bleiben noch lange verschont. Die verschiedenen Muskeln werden zwar von den Pilzhypen in allen Richtungen ohne Schwierigkeit durchwachsen, aber erst Wochen nach dem Tode richtiggehend aufgelöst.

Im Unterschied zu einem anderen Pilz konnten Hyphen von *Beauveria bassiana* nie in den Darmzellen beobachtet werden.

Außer *Beauveria-bassiana*-Infektionen konnte in allerletzter Zeit auch ein weit weniger häufiger Befall durch *Aspergillus flavus* L. gefunden werden.

In einem einzigen Falle wurde weiters *Metarrhizium anisopliae* (Metch.) Sor., auf einem Kadaver einer Latenzlarve der Fichtengespinstblattwespe beobachtet.

Des öfteren konnten Larven im Streckungsstadium beobachtet werden, die in ihrer Farbe deutlich von jenen unterscheidbar waren, die mit *Beauveria bassiana* geimpft worden waren. Durch *Beauveria* infizierte Larven behalten ihre grüne Farbe, jene aber wiesen eine dunkelbraune bis fast schwarze Verfärbung auf. In der Feuchten Kammer wurde aber der Kadaver bald vom üppigen Myzel von *Beauveria bassiana* überwuchert.

Histopathologische Untersuchungen brachten dann das Ergebnis, daß solche Afterraupen von zwei Pilzen infiziert waren, die sich deutlich voneinander unterschieden: Erstens waren die geläufigen, hellblau (Hämalaun-Eosin-Färbung) gefärbten Hyphenkörper und Sporidien von *Beauveria bassiana* zu finden. Daneben befanden sich in der Hämolymphe und im Fett- und Muskelgewebe hellblaue aber gleichzeitig mit körnigem Inhalt erfüllte Hyphenkörper von unregelmäßiger Form und doppelt so großem Hyphendurchmesser als *Beauveria bassiana* (rd. 4  $\mu$ ). Gleichzeitig waren auffallende Chlamydosporenketten und einzelne Sporen vorhanden. Dieser Pilz ist auch zahlreich in den Zellen des Mitteldarmes anzutreffen gewesen. Die Sporen zeichneten sich dadurch aus, daß ihr Zellinhalt kräftig dunkelviolettfärbt war. Die Größe der Sporen bewegte sich zwischen 7—18  $\mu$  Länge und 4—9  $\mu$  Breite. Welchem Pilz diese Hyphen und Sporen angehören, konnte noch nicht geklärt werden, da er bisher nur gemeinsam mit *Beauveria* gefunden worden ist und von dieser bei Isolierungen schwer zu trennen ist. *Beauveria* ist wesentlich vitaler und unterdrückt selbst, wenn sie ursprünglich nur in Spuren vorhanden war, die Fruktifikation des Konkurrenten auf dem Kadaver.

Ob dieser Pilz mit einem der oben beschriebenen identisch ist oder als weiterer Krankheitserreger anzusehen ist, wird in nächster Zeit geklärt werden können, sobald in den Kulturen eine künstliche Fruktifikation zustande gekommen ist.

#### LITERATUR

- DONAUBAUER, E., 1959: Über eine Mykose der Latenzlarve von *Cephalcia abietis* L., — Sydowia, Ann. Myc. Ser. II, VIII, 1—6, S. 183—222. — ECKSTEIN, K., 1897: Der Kampf gegen die schädlichen Insekten mit Hilfe ihrer Parasiten. — Ztschr. f. Pflanzenkr. 7, S. 111 bis 116. — JAHN, E., DONAUBAUER, E. et SINREICH, A., 1959: Kurzer Bericht zum Auftreten schädlicher Blattwespenafterraupen in Niederösterreich. — Forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn in Schönbrunn, Informationsdienst, 13. Folge, Okt. 1958. — KOIDSUMI, K., 1957: Antifungal action of cuticular lipids in insects. — Jour. of Insect Physiol., Vol. 1, No. 1, S. 40—41. — KUDELA, M., 1957: Hubeniploskohrbetky smrkové (*Cephalcia abietis* L.) insekticidy ve vztahu k jejím přirozeným nepřítelům. — Práce výzkumných ústavů lesnických CSR 12., S. 191—248. — LANG, G., 1893: Das Auftreten der Fichtengespinstblattwespe, *Lyda hypotrophica* in den bayrischen Staatswäldern des Fichtelgebirges während der Jahre 1890—1892. — Forstl. naturw. Ztschr. 2., S. 9—16. — SCHIMITSCHEK, E., 1947: Massenauf-treten wichtiger Forstinsekten in Österreich. — Zentralbl. f. d. ges. Forst- u. Holzw., 70, H. 2, S. 158—204. — SCHIMITSCHEK, E., 1950: Bericht über aufgetretene Forstschäden und deren Bekämpfung in Niederösterreich in den Jahren 1946 bis 1949. Landesforst-inspektion v. N.-Ö. — Verl. Kodek, Wien, S. 125—127. — SCHIMITSCHEK, E., 1951: Über die Polyederkrankheit der Fichtengespinstblattwespe *Lyda hypotrophica* Htg. (*Cephalcia abietis* L.). — Mittl. d. Forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, 47. S. 70—73. — SCHNEIDER, R., 1953: Untersuchungen über Feuchtigkeitsansprüche parasitischer Pilze. — Phytopath. Ztschr. 21, S. 63—78.



# MOSQUITO LARVAL ECOLOGY IN SUBARCTIC QUEBEC

MARSHALL LAIRD

Institute of Parasitology, McGill University, Montreal, Canada

Manuskript wird im vollen Wortlaut in „The Canadian Journal of Zoology“ publiziert

## ABSTRACT

Several snow-melt pools at Kohlmeister Lake (58°07' N, 68°07' W) on False River, Ungava Bay, were kept under observation for three weeks in the early spring of 1959. Organisms collected are listed, and their interrelationships, relative abundance, succession and parasitology are discussed. Copepods (chiefly *Acanthocyclops vernalis*) were plentiful in both woodland- and river-flat pools soon after the melting of the winter ice. *Aedes communis*, *A. hexodontus* and *A. impiger* larvae were already abundant by the end of May, these species initially dominating the mosquito fauna of river-flat pools. They, and other larval mosquitoes, bore various epibionts, bacterial (*Sphaerotilus*), algal (*Characium* and *Chlorangium*) and protozoan (*Colacium*, *Epistylis*, *Intrastylum* and *Vorticella*), but these occurred on other hosts too, notably copepods. Cladocera (*Daphnia pulex*, the dominant crustacean by the middle of June) and larval *Tendipedidae* were much less subject to infestation.

It is not considered that any of the adventitious mosquito epibionts offer promise as biological control agents in the strict sense. However, it is shown that their occurrence and incidence reflect changes in the microenvironment, and it is suggested that fuller understanding of these phenomena might open the way to the development of specific environmental management techniques fostering the early development of massive populations of epibionts, and otherwise rendering larval habitat conditions disadvantageous to vector or pest mosquitoes.

# A FIELD EXPERIMENT WITH A FUNGAL PATHOGEN OF MOSQUITOES, IN THE TOKELAU ISLANDS

MARSHALL LAIRD

Institute of Parasitology, McGill University, Montreal, Canada  
and DONALD H. COLLESS

Department of Parasitology, University of Malaya, Singapore

Manuskript wird anderwärts publiziert

## ABSTRACT

In this project, sponsored by the World Health Organization with New Zealand Government cooperation, a parasite-free island population of *Aedes* (*Stegomyia*) *polynesiensis*, the chief vector of *Wuchereria bancrofti* in the central and eastern South Pacific, was exposed to fungal infection. The pathogen, *Coelomomyces stegomyiae*, was derived from Singapore. A parallel larviciding operation was conducted on another atoll, using dieldrin-cement briquettes. Isolation and limitation of fauna, flora, larval habitats and area combine to render the Tokelaus eminently suitable as an outdoor laboratory for such studies. The container-breeding *A. polynesiensis* abounds on all three atolls and is the only mosquito of Nukunono and Atafu. Fakaofu (09° 23' S, 171° 14' W), some 435 km north of Apia, Western Samoa, was chosen for experimental control purposes. *A. polynesiensis* and microfilarial indices were estimated there, comparable data being collected on Nukunono (09° 10' S, 171° 50' W), into which *Coelomomyces* was introduced, and Atafu (08° 33' 30" S, 172° 30' W), where the briquettes were distributed. During September, 1958, 761 semipermanent to permanent larval habitats were seeded with sporangia. It is considered that at least 80% of the existing habitats of these types were treated. In the following month, 6500 briquettes were introduced into containers of all kinds on Atafu. Establishment of the fungus and persistence of the larvicidal qualities of the briquettes

were ascertained by a New Zealand party paying a brief visit in November, 1959. In April, 1960, the briquettes proved to be still effective in village water drums. They were less effective in the bush, though, for evidence was obtained suggesting that crabs—*Sesarma rotundatum*—eject them from tree holes. Of 118 larval habitats carefully searched on Nukunono, 13 proved positive for *Coelomomyces*-infected larvae, and three more for viable sporangia. Thus 13.6% of the sample were positive, this figure being six times that estimated under natural conditions at Singapore. All larvae in two of the habitats were parasitized, the overall incidence of infections within individual tree holes was much higher than at Singapore, and there was evidence of some natural dispersal to temporary habitats formed since the 1958 visit.

It is contended that the development of appropriate mass-culturing techniques should ensure a radically higher percentage of successful establishments by the hand-seeding method employed, and that, in certain types of habitats, a useful degree of biological control is likely to be achieved thereby.

## THERMODESINFEKTION DER VON NOSEMA BOMBYCIS BEFALLENEN SEIDENSPINNER-EIER

JAROSLAV VEBER

Laboratorium für Insektenpathologie, Biologisches Institut der Tschechoslowakischen  
Akademie der Wissenschaften, Prag

Die *Pébrine* des Seidenspinners gehört zu den wenigen Erkrankungen der Insekten, welche auch transovarial auf die nächste Generation übertragen werden können. Auf dieser Erkenntnis basiert das klassische, von Pasteur entworfene Verfahren, bei dem die kranken Weibchen aus der weiteren Zucht ausgeschieden werden. Diese Methode ergibt vollständige Resultate, und dank ihr ist die *Pébrine* in den meisten Kulturländern zu einer in der Praxis unbekannten Erkrankung geworden.

In letzter Zeit sind wir Zeugen der Bemühungen, die Zellularmethode Pasteurs durch ein Blindverfahren zu ersetzen. Neben einer Beschleunigung der Arbeit soll auf diese Weise erreicht werden, daß auch weniger qualifizierte Kräfte bei der Grenage beschäftigt sein können. Es handelt sich um zwei Methodenentwürfe, welche auf ganz verschiedenen biologischen Erscheinungen beruhen. Die erste ist die sogenannte „Biologische Methode nach Pojarkov“. Bei ihr werden die Puppen des Seidenspinners bis zu einem 2—3 Tage vor dem Falterausflug liegenden Zeitpunkt 16 Stunden täglich auf 34°C erwärmt. Die übrigen 8 Stunden verbleiben sie bei einer Temperatur von 23—25°C. Während bei den Kontrollen bis 70% der Raupen der nächsten Generation an *Pébrine* litten, sind es in den behandelten Gruppen nur mehr etwa 4% gewesen. Obwohl diese Herabsetzung sehr bedeutend ist, gibt diese Methode keinesfalls den erwünschten 100%igen Erfolg. Die Ergebnisse dieses Verfahrens werden als Folge der erhöhten Fagozytose der Haemolymph-Körperchen des Wirtstieres erklärt.

Bei der zweiten Methode, mit der ich mich näher befaßt habe und die ich etwas ausführlicher besprechen möchte, handelt es sich um eine kurzfristige Erwärmung der Eier auf 46—48°C. Bei diesem Verfahren nimmt man eine direkte Einwirkung der erhöhten Temperatur auf die Proteine des Parasiten an. Die Voraussetzung ist es, daß der Parasit empfindlicher ist als die Eier des Wirtstieres. Diese Methode wurde das erstemal von Allen und Brunson (1947) und zwar bei *Gnorimoschema operculella* verwendet. Seit 1950 waren auch die sowjetischen Forscher auf diesem Gebiete sehr tätig. Es wurde eine ganze Reihe von Mitteilungen veröffentlicht, welche diese Methode präzisierten und sich mit der praktischen Applikation befaßten. Dabei wurde die wirkungsreichste Temperaturdosis von 46°C bei einer Exposition von 90 Minuten festgestellt. Bei einer Temperatur von 48°C genügten 50 Minuten Exposition. Sehr wichtig ist es dabei, in welchem Zeitabschnitt nach der Legung der Eier die Prozedur folgt. Die besten

Resultate werden nach 32—40 Stunden erreicht. Im allgemeinen kann man sagen, daß die Ergebnisse der Thermodesinfektion jenen sehr ähneln, die bei der vorher besprochenen „biologischen Methode“ beschrieben wurden. Man erreicht zwar eine bedeutende Herabsetzung der Zahl der befallenen Eier, aber keine völlige Beseitigung der *Pébrine*. Ich habe mir die Aufgabe gestellt, die bisherigen Teilerfolge zu überprüfen und zu erklären.

Zuerst wurde die Thermoresistenz der Seidenspinner-Eier und der Sporen des Parasiten isoliert festgestellt. Bei diesen Versuchen wurde eine Exposition von 30 Minuten gewählt. Es ergab sich, daß die Temperatur von 50°C nicht überschritten werden darf, wenn die Ausschlüpfbarkeit der Eier nicht herabgesetzt werden soll. Demgegenüber vertragen die Sporen von *Nosema bombycis* diese Temperatur ohne jegliche Beschädigung. Erst bei einer Erhöhung der Temperatur auf 65°C wird ein Teil der Sporen abgetötet, und bei 70°C verlieren die Sporen völlig ihre Aktivität nach 10 Minuten Exposition. Es ist also bewiesen worden, daß die Parasitensporen gegenüber einer erhöhten Temperatur nicht nur weniger empfindlich sind, sondern die Seidenspinner-Eier an Resistenz sogar ganz erheblich übertreffen. Nach dieser Feststellung hing die Lösung des Problems davon ab, in welchem Stadium sich der Parasit im Innern der gelegten Eier befindet. In 24stündigen Zeitabschnitten wurden deshalb die gelegten Eier mikroskopisch untersucht. Es wurde festgestellt, daß in den eben gelegten Eiern die Sporen selten sind und nur in etwa einem Prozent der Eier vorkommen. Dies gilt jedoch nur für das gewählte Arbeitsverfahren, bei dem die Raupen erst im V. Stadium infiziert wurden. Je später wir die Eier nach der Ablegung untersuchten, desto mehr Sporen fanden wir. Nach 5 Tagen waren es schon 23%.

Bei einer histopathologischen Untersuchung der Larven habe ich in ganz einzelnen Fällen im germinativen Gewebe reife Sporen gefunden. Dies gilt sowohl für männliche als auch für weibliche Gonadenanlagen. Der Parasit wird offensichtlich vom Bindegewebe der Gonadenanlagen aufgehalten, so daß es viel schwerer befallen wird.

Die angeführten Tatsachen einer größeren Thermoresistenz der Sporen von *Nosema bombycis* gegenüber den Seidenspinner-Eiern, sowie auch die Möglichkeit, daß sogar die Gonadenanlagen der Larven reife Sporen beherbergen können, führten mich zur Schlußfolgerung, daß ein Blindverfahren durch kurzfristige Erwärmung der Seidenspinner-Eier von vornherein ausgeschlossen ist. Durch die Abtötung der vegetativen Stadien des Parasiten werden zwar erhebliche Verminderungen des Befalls erreicht, aber eine sichere Desinfektion ist nicht möglich.

#### SCHRIFTTUM

- ALLEN, H. W., BRUNSON, M. H. (1947). Control of *Nosema* Disease of Potato Tuber Worm, a Host Used in the Mass Production of *Macrocentrus ancylovorus*. — Science 105, 394. — ASTAUROV, B. L., OWANESJAN, T. T., LOBSCHANIDZE, V. I. (1952). Desinfektion der von der *Pébrine* befallenen Seidenspinner-Eier durch kurzfristige Erwärmung in heißem Wasser (Russisch). — Doklady Vsesch. 3, 44—51. — ASTAUROV, B. L., BEDNJAKOWA, T. A., WEREJSKAJA, V. N. (1958). Thermodesinfektion der Seidenspinner-Eier (*Bombyx mori*) bei der *Nosema*-Erkrankung (*Pébrine*). — Proc. 1st Inter. Conf. Insect Pathology and Biol. Control in Prague 327—329 (Russisch mit deutschem Resümee). — PASTEUR, L. (1870). Études sur la maladie des vers à soie. — Œuvres de Pasteur, Tome IV. Gautier-Villars, Paris 1926. — POJARKOV, E. F. (1956). Biologitscheskij method borby s pebrinoj tutowogo scholkoprjada na fase greny i kukolky. — Inf. prot. bolezni polznych i wrednich nasekomych. Selchozgiz Moskva, 108—130. — VEBER, J. (1958). Vergleichende Histopathologie von *Nosema bombycis* in verschiedenen Wirtstieren. — Proc. 1st Inter. Conf. Insect Pathology and Biol. Control in Prague, 301—313.

# UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE BEDEUTUNG DER VERMILBUNG BEI ANOPHELES

FRIEDRICH KÜHLHORN

Zoologische Sammlung des Bayerischen Staates, München

Die von mir mehrjährig in Oberbayern und Südniedersachsen durchgeführten Untersuchungen sollten zur Klärung der Frage beitragen, ob Wassermilben in irgendeiner Weise Bedeutung als natürlicher Begrenzungsfaktor für die bei uns vorkommenden Anophelen haben und gegebenenfalls für eine Bekämpfung dieser Mücken auf biologischem Wege in Frage kommen könnten. Auf eine solche Möglichkeit wurde bereits von T. Uchida und I. Miyazaki (1935 sowie Miyazaki 1936) und von P. Münchberg (1954) hingewiesen.

Als Wirtsmaterial für meine Untersuchungen dienten in erster Linie Weibchen von *Anopheles messeae* Fall.<sup>1</sup> und *Anopheles bifurcatus* Meig., die in drei langjährig kontrollierten Gehöften im Raum München in Rindvieh- und Schweineställen gefangen wurden. Die in der Umgebung dieser Kontrollgehöfte befindlichen Entwicklungsbiotope hatten weitgehend übereinstimmenden Charakter.

Die Untersuchung der gefangenen vermilbten Anophelen geschah in folgender Weise. Vor der Legreife stehende Individuen wurden einzeln in Zuchtgläsern zur Ablage gebracht und die Zahl der abgelegten Eier festgestellt. Nach dem anschließenden Abtöten der betreffenden Weibchen erfolgte eine mikroskopische Untersuchung des Ovarieninhaltes, um etwa nicht abgelegte Eier miterfassen zu können. Vermilbte Mücken, die keine baldige Ablage erwarten ließen, wurden sofort nach der Rückkehr von der Exkursion getötet und mikroskopisch auf ihre zu erwartende Gelegegröße hin kontrolliert. In jedem Fall erfolgte neben der Ermittlung der angetroffenen Milbenzahl die Feststellung der Wirtsmückengröße, die in Anlehnung an E. Martini (1931) auf die Länge Scutumvorderrand bis zur Scutellumspitze bezogen wurde und als Scutoscutellarlänge bezeichnet werden soll.

Die in Südniedersachsen durchgeführten Untersuchungen erfolgten in gleicher Weise und ergaben mit den oberbayerischen übereinstimmende Resultate. Das Wirtsmaterial wurde hier während mehrerer Jahre im August an verschiedenen Fangtagen in den Stallungen zweier vom gleichen Entwicklungsbiotop aus beflogener Gehöfte beschafft.

Im Gegensatz zu den von Uchida und Miyazaki größtenteils laboratoriumsmäßig durchgeführten Untersuchungen bezogen sich die von mir vorgenommenen ausschließlich auf ein Wirtsmaterial, das bis zum Fang unter natürlichen Bedingungen gelebt hatte und von dem nur die nahezu ablagereifen Individuen kurzfristig bis zur Eiablage unter von den natürlichen abweichenden Umweltverhältnissen gehalten wurden.

Nach der Bestimmung von Herrn Dr. P. Münchberg handelte es sich bei den an *Anopheles bifurcatus* gefundenen Milben um *Arrenurus globator* (O. F. M.), während bei *Anopheles messeae* außerdem noch *Arrenurus buccinator* (Müll.) angetroffen wurde.

In den Entwicklungszyklus dieser Wassermilben ist eine parasitische Phase eingeschaltet, die von einer freibeweglichen sechsfüßigen Larvenstufe durchlaufen wird. Diese findet sich nicht nur auf den Anopheles-Imagines, sondern bereits auch schon an Freilandlarven und -puppen. Auf die teilweise noch ungenügend geklärte Bionomie dieser Wassermilbenarten soll hier nicht eingegangen werden.

Der Milbenbesatz kann bei den Wirtsmücken über den ganzen Körperstamm verteilt sein und auch an Hals und Kopf auftreten. Die in der Literatur verschiedentlich geäußerte Ansicht, daß das Abdomen nur bei stärkerem Befall von Milbenlarven besiedelt sei, fand ich in vielen Fällen nicht bestätigt. Im Gegenteil war oftmals zu beobachten, daß bei einem Besatz von weniger als 5 Parasiten vorzugsweise das Abdomen befallen war.

<sup>1</sup> Unter dem aus diesen Kontrollgehöften während mehrerer Jahre zur Ablage gebrachten Material der „*maculipennis*-Gruppe“ befanden sich stets nur Vertreter der Art *messeae*, so daß wohl auch die nicht zur Eiablage gekommenen Individuen als zu dieser Art gehörig betrachtet werden dürfen.



In Oberbayern fanden sich vermilbte Imagines bei *messeae* von Mai bis September und bei *bifurcatus* von Mai bis Oktober einschließlich. Diese Unterschiede im zeitlichen Auftreten der Milben bei den beiden Arten erklären sich aus der Tatsache, daß *messeae* sich in seiner Masse bereits im September ins Winterquartier begibt, während *bifurcatus* als Larvenüberwinterer bei entsprechenden Witterungsbedingungen bis in den November hinein fliegt. Nicht mehr zur Ablage schreitende *messeae*-Weibchen nehmen die an ihnen befindlichen Milbenlarven mit ins Winterquartier. Die Parasiten sterben dann ab und hängen manchmal noch vertrocknet an den im Frühjahr in Ställen gefangenen *Anopheles*-Weibchen.

Von den insgesamt über 25.000 untersuchten Individuen beider Arten waren bei *messeae* 9,2% und bei *bifurcatus* 8,7% vermilbt. Der Anteil vermilbter Tiere innerhalb der geprüften Stallpopulationen erwies sich während der einzelnen Monate als ziemlich unterschiedlich. Das Maximum milbenbefallener Mücken wurde bisher in der Regel von *messeae* im Juni, von *bifurcatus* dagegen erst im Juli erreicht (Tabelle 1). Dieser Befund dürfte durch das unterschiedliche Überwinterungsverhalten der beiden Arten und damit zusammenhängende Verschiedenheiten in der Populationsbewegung zu erklären sein.

Tabelle 1

Vermilbung in % der untersuchten Gesamtausbeuten in den einzelnen Monaten (Ergebnisse von 1954—1959 kombiniert). *Kursiv* = Maximum vermilbter Individuen.

	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober
<i>An. messeae</i> .....	1,2	<i>12,9</i>	10,6	8,5	1,2	—
<i>An. bifurcatus</i> .....	0,3	0,6	<i>10,9</i>	6,8	9,5	8,2

Die Masse der vermilbten Weibchen beider Arten war von weniger als 10 Milben befallen. Nur ein sehr geringer Prozentsatz der Tiere zeigte eine stärkere Vermilbung, die im Maximum bei *messeae* 76 und bei *bifurcatus* 39 Milben betrug (Tabelle 2). Der bisher von mir bei den Männchen festgestellte höchste Milbenbesatz betrug bei *messeae* 23 und bei *bifurcatus* 17 Parasiten. Dieses Ergebnis ist aber nicht als Hinweis auf eine etwa im Durchschnitt geringere Vermilbung der Männchen zu betrachten, weil die zur Untersuchung vorliegenden Männchenserien nicht besonders zahlenstark waren.

Tabelle 2

Vermilbungsgrad der Weibchen von *An. messeae* und *An. bifurcatus* in % der jeweils pro Individuum beobachteten Milbenhäufigkeit sowie die bei beiden Arten in beiden Geschlechtern festgestellte Maximalvermilbung. Untersuchungsmaterial: *messeae* 871 und *bifurcatus* 1381 vermilbte Weibchen.

Befall mit	<i>An. messeae</i>	<i>An. bifurcatus</i>
1	35,5%	53,9%
2—5	36,6%	21,4%
6—10	13,2%	19,5%
11—20	11,3%	3,7%
21—30	2,7%	0,9%
31—40	0,4%	0,6%
41 und mehr Milben	0,3%	nicht beobachtet

## Maximalvermilbung

*An. messeae*

Weibchen 76 Milben

Männchen 23 Milben

*An. bifurcatus*

Weibchen 39 Milben

Männchen 18 Milben

Uchida und Miyazaki erhielten bei *Anopheles sinensis* Wied. im Prinzip sehr ähnliche Ergebnisse. Doch konnten sie in Laboratoriumszuchten einen noch höheren Vermilbungsgrad erzielen als ihn mein aus dem Freiland stammendes Wirtsmaterial zeigte. Auf Grund dieser Resultate äußerten die beiden Autoren die Vermutung, daß Wassermilben wichtige Feinde der Anophelen darstellen könnten.

Als Vermilbungsfolgen sind u. a. eine Behinderung des Fluges, eine Verkürzung der durchschnittlichen Lebensdauer sowie ein merkliches Absinken oder ein Aussetzen der Eiproduktion der befallenen Mücken denkbar.

Eine Flugbehinderung scheint nach meinen Erfahrungen im allgemeinen auch bei stärkerer Vermilbung nicht in dem Maße aufzutreten, wie man annehmen sollte. In diesem Sinne äußert sich auch P. Münchberg (1954).

Uchida und Miyazaki kamen auf Grund der von ihnen bei *An. sinensis* mit *Arrenurus madaraszi* Daday durchgeführten Laboratoriumsexperimente zu der Ansicht, daß sich die durchschnittliche Lebenserwartung der Anophelen mit wachsender Milbenzahl verkürze. Aber bereits P. Münchberg (1954) wies schon darauf hin, daß die mittlere Lebensdauer vermilbter und unvermilbter Anophelen, bezogen auf die bei den Experimenten vorherrschenden Befallsstärken, keine besonders großen Unterschiede zeigte. Bei der Bewertung dieser Ergebnisse ist noch zu bedenken, daß eine Übertragung vorwiegend laboratoriumsmäßig erzielter Resultate auf Freilandverhältnisse ohne Vornahme entsprechender Kontrolluntersuchungen ein gewisses Risiko darstellt. Zudem wurden diese Versuche an einem zahlenmäßig relativ sehr geringen Mückenmaterial durchgeführt und waren auch methodisch nicht ganz befriedigend.

Meine Untersuchungen beschäftigten sich im wesentlichen mit den zwischen dem Vermilbungsgrad und der Eiproduktion bestehenden Zusammenhängen. Wichtig für die Beurteilung der Bedeutung der Vermilbung in dieser Richtung ist die Kenntnis der durchschnittlichen Gelegegröße unvermilbter Mücken. Diese steht nach dem Ergebnis meiner bisherigen Feststellungen innerhalb eines gewissen Spielraumes in Beziehung zu der auf die Scutoscutellarlänge bezogenen Körpergröße der Weibchen. Dieses Standardmaß kann, nach dem vorläufig untersuchten Weibchenmaterial zu schließen, bei *messeae* zwischen 1,49 und 2,39 mm und bei *bifurcatus* zwischen 1,27 und 2,08 mm schwanken. Die bei 1395 *messeae*- und 1192 *bifurcatus*-Gelegen vorgenommenen Auszählungen zeigten mit dem Ansteigen der Weibchengröße eine deutliche Tendenz zu einer Zunahme der durchschnittlichen Eizahl pro Gelege. Bei Untersuchung noch größerer Gelegeserien mögen die in der Tabelle 2 zusammengestellten Durchschnittszahlen eine Änderung erfahren. Doch ist nicht anzunehmen, daß die allgemeine Tendenz in der Wertefolge dann ein grundsätzlich anderes Verhalten zeigen wird.

Bei den vermilbten Weibchen hielt sich die durchschnittliche Gelegegröße im allgemeinen im Rahmen der auch bei den unvermilbten Individuen der gleichen Weibchen-Größengruppe ermittelten Werte. Selbst bei Befallzahlen von mehr als 30 Milben ließ sich normalerweise — von einzelnen Ausnahmen abgesehen — kein auffallender Einfluß auf die Gelegegröße feststellen. Ja, es kam verschiedentlich vor, daß vermilbte Weibchen hinsichtlich dieser noch über dem für unvermilbte Individuen ermittelten Durchschnittswert lagen.

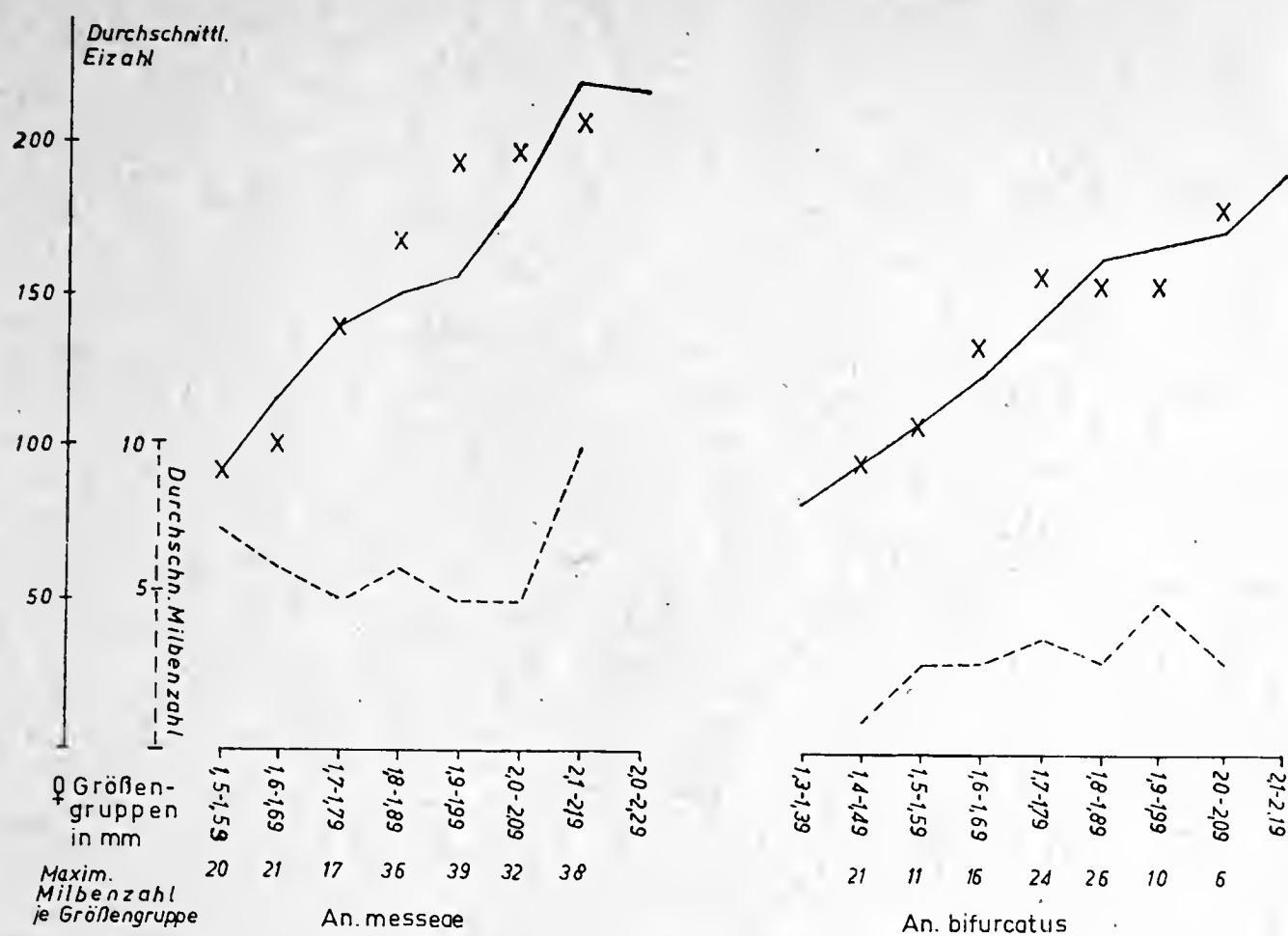


Abb. 1. Durchschnittliche Gelegegröße unvermilbter (—) und vermilbter (x) Weibchen von *An. messeae* und *An. bifurcatus* in den einzelnen auf die Scutoscutellarlänge bezogenen Größen-gruppen und die bei diesen jeweils festgestellte durchschnittliche Milbenzahl (---).

#### Untersuchtes Material

1395 Gelege unvermilbter und 628 Gelege vermilbter *An. messeae*. 1192 Gelege unvermilbter und 326 Gelege vermilbter *An. bifurcatus*.

Diese Befunde sind klar aus der Abbildung 1 zu erkennen. Die durchgezogene Linie stellt die durchschnittliche Gelegegröße unvermilbter Weibchen der einzelnen Größen-gruppen dar, während die Kreuze die entsprechenden Verhältnisse bei den vermilbten Individuen zeigen. Aus dem Verlauf der gestrichelten Linie ist der festgestellte durchschnittliche Vermilbungsgrad bei den einzelnen Größen-gruppen zu ersehen. Der Vergleich der Gelegekurven beider Arten läßt — von kleinen Abweichungen abgesehen — keine grundsätzlichen Unterschiede erkennen. Hinsichtlich des durchschnittlichen Vermilbungsgrades bestehen dagegen augenfälligere, in ihren Ursachen noch nicht erklärare Verschiedenheiten zwischen *messeae* und *bifurcatus*. Möglicherweise sind die Gründe dafür im Charakter der von den hier in Betracht kommenden Wassermilben-arten bevorzugten Biotope zu suchen. Es wäre denkbar, daß letztere im allgemeinen für *bifurcatus* weniger günstige Entwicklungsbedingungen als für *messeae* bieten. Bisher ist aber über die Vorzugsbiotope der *Arrenurus*-Arten noch zu wenig Genaueres bekannt, um hierzu Stellung nehmen zu können.

Aus den arabischen Ziffern unter den Größen-gruppenangaben ist die maximal aufgetretene Milbenzahl bei den zur Ablage gekommenen Weibchen der einzelnen Größen-gruppen zu erkennen. Wie zu erwarten, steht der maximale Vermilbungsgrad in keinem bestimmten Verhältnis zur Wirtsgröße. Ein über 10 Milben hinausgehender Parasitenbesatz findet sich bei *messeae* vor allem in den Monaten Juni bis August, bei *bifurcatus* dagegen zwischen Juli und September. Dieser Befund dürfte ebenfalls mit dem unterschiedlichen Verlauf der Populationsbewegung der beiden *Anopheles*-arten im Zusammenhang stehen. Doch scheint die bei diesen im Mai zu beobachtende relativ schwache Vermilbung auch auf eine Beziehung zum Entwicklungszyklus der Wassermilben hinzudeuten.

Abschließend seien die erzielten Ergebnisse nochmals kurz zusammengefaßt:

1. Eine wesentliche Flugbehinderung scheint im allgemeinen auch bei stärker vermilbten Anophelen nicht in dem erwarteten Maße einzutreten.

2. Unter den in Zuchtgläsern zur Ablage gebrachten vermilbten Anophelen traten prozentual etwa die gleichen Ausfälle wie bei zum selben Zweck gehaltenen unvermilbten Individuen auf.

3. Der weitaus größte Prozentsatz vermilbter Anophelen zeigte einen Befall von weniger als 6 Milben. Bei *messeae*, wie auch bei *bifurcatus*, war eine über 20 Parasiten pro Individuum liegende Vermilbung bei Freilandimagines verhältnismäßig selten.

4. In Einzelfällen wurde bei starker Vermilbung verschiedentlich eine deutliche Schrumpfung des Abdomens ohne Anzeichen einer Eientwicklung beobachtet. Sonst konnte aber im allgemeinen selbst bei größerer Befallsstärke bisher kein wesentlicher nachteiliger Einfluß auf die Legeleistung der Wirtsmücken pro Gelege festgestellt werden. Dieser Befund und die in der Regel überwiegend ziemlich geringe Vermilbung weisen darauf hin, daß den Wassermilben als natürlicher Begrenzungsfaktor für *Anopheles*, in den von mir untersuchten Gebieten keine größere praktische Bedeutung zukommen dürfte.

Zum Schluß sei erwähnt, daß Miyazaki (1936) auf Grund seiner Laboratoriumsversuche mit 52 vermilbten Weibchen von *Anopheles sinensis* zu der Überzeugung kam, daß die Gelegegröße durch Milbenbefall stark beeinträchtigt wird. 39 der von ihm untersuchten Mücken wiesen dabei einen Befall von 1—9 und nur 13 einen solchen von mehr als 10 Parasiten auf. Mein diesbezügliches Untersuchungsmaterial umfaßte demgegenüber von *Anopheles messeae* 628 und von *Anopheles bifurcatus* 326 unter natürlichen Bedingungen vermilbte und weitgehend legreif gewordene zur Ablage gebrachte Weibchen. Die Ergebnisse Miyazakis lassen an die Möglichkeit denken, daß *Anopheles sinensis* unter Umständen durch eine stärkere Vermilbung nachhaltiger als die beiden von mir untersuchten Arten betroffen wird.

#### SCHRIFTTUM

(Aus Druckraumgründen wird nur die wichtigste benutzte Literatur erwähnt)

KEIDING, J. Acarina, Mites. — Folia Limnol. Scand., Nr. 6, 1948. — MANKOWSKI, A. Zur Frage von den Mitteln zur Vertilgung der Mücken als Verbreiter der Malariainfektion. — Zbl. Bakt. Orig. I, Bd. 39, 1905. — MARTINI, E. *Culicidae*, in: Lindner, Die Fliegen der palaearktischen Region. Stuttgart 1931. — MIYAZAKI, I. Über die Schädigung der Anophelesmücken durch eine Wassermilbenart. — Fukuoka Acta Medica, Bd. 29, 1936. — MÜNCHBERG, P. Zur Kenntnis der an *Culiciden* (Diptera) schmarotzenden *Arrenurus*-Arten (Hydracarina) sowie über die Bedeutung dieser Parasiten für Wirt und Mensch. — Z. f. Parasitenkunde, Bd. 16, 1954. (Hierin Hinweise auf einschlägige weitere Veröffentlichungen dieses Autors.) — MÜNCHBERG, P. Zur Infektion, Wirtswahl, Zoogeographie und angewandten Bedeutung des Parasitismus der Wassermilben-Larven (*Hydrachnellae*, *Acari*) an Luftinsekten. — Zool. Anz. Bd. 161, 1958. — SPARING, I. Die Larven der *Hydrachnellae*, ihre parasitische Entwicklung und ihre Systematik. — Parasitol. Schriftenreihe, H. 10, Jena 1959. — UCHIDA, T. u. I. MIYAZAKI. Life History of a Water-mite Parasitic on *Anopheles*. — Proc. Imp. Acad., Bd. 11, 1935.



# STUDIES ON BIOLOGICAL CONTROL OF HOUSEFLY EGGS USING MACROCHELID MITES

J. G. RODRIGUEZ

Manuskript nicht eingelangt.

## ABSTRACT

Several species of the genus *Macrocheles* have been found in housefly breeding sites in Central Kentucky. Two common species which appear promising as predators of the housefly egg are *M. muscaedomesticae* and *M. plumiventris*. Ecological studies show that manure piles sometimes reach temperatures of 104°F. in the summer and that the two species are found side by side. *M. plumiventris* has been recovered from manure piles when air temperature is 30°F. and the surface is frozen, by breaking through the first frozen layer and sampling from a lower layer where the temperature may be 48°F.

Considerable effort has gone into attempts at mass rearing in a commercial egg incubator. Substrates having been tried are cellulose sponge, paper, straw, peat moss, sphagnum moss, wood shavings, rotted manure and a combination of these. Best results so far are with a mixture of rotted manure and wood shavings. Efforts are being made to find a better defined material. Food is also being studied. Good reproduction is obtained from fresh or frozen housefly eggs. Of a large number of natural foods tested, the only promising material is powdered skim milk. Brewers yeast is being tried. Indications are that light is not too important. Reproduction is faster when temperature is increased from 80 to 91°F. Moisture is critical; the substrate must be damp, but not too wet.

Evaluation of the two mite species in laboratory and field has begun. Selective acaricides are being tested in order to be eliminate mites from housefly eggs if desired. Tedion is relatively safe to fly larvae and relatively toxic to mites.

## OBSERVATIONS PATHOLOGIQUES SUR LES MALADIES A RICKETTSIES DES LARVES DE SCARABAEIDAE

B. HURPIN (avec la collaboration technique de P. ROBERT)

En décembre 1957 des larves de *Melolontha hippocastani* F. ramassées sur la surface du sol se révélèrent atteintes d'une Rickettsiose.

Cette maladie, en dehors de la modification de comportement des Insectes, se caractérise dans la nature par une diminution très nette de la turgescence des larves qui prennent un aspect légèrement «ratatiné», par la désagrégation du tissu adipeux et par le reflet bleu-verdâtre que présente l'ensemble du corps, d'où le nom de «maladie bleue» qui lui est parfois donné. Tous ces symptômes, ainsi que la nature des germes, rendent cette affection analogue, sinon identique, à la «maladie de Lorsch» découverte en 1951 et décrite par Wille et Martignoni en 1952.

Des études préliminaires ont montré que cette Rickettsie est pathogène pour *Melolontha melolontha* L. par injection intralymphale et par infection «per os» (alors que dans les conditions naturelles nous n'avons jamais trouvé jusqu'à présent de larves de cette espèce contaminées par cette maladie) (Dumas et Hurpin 1959) mais qu'elle est également virulente pour certains vertébrés: souris blanche par exemple (Giroud, Dumas et Hurpin 1959). Nous nous proposons de résumer ici les essais effectués pour compléter ces premières observations, définir les caractères de ce germe et déterminer sa virulence pour les larves de divers Coléoptères *Scarabaeidae*.

### 1. Le Germe: *Rickettsiella melolonthae* Krieg

Après coloration au Macchiavello ou au May—Grunwald—Giemsa, les *Rickettsies* se présentent généralement sous l'aspect de petits bâtonnets très courts punctiformes d'environ  $0\mu 5$  qui sont souvent assemblés en longues chaînettes très caractéristiques. Ces éléments ne se développent que dans le cytoplasme des cellules et se remarquent dans tous les tissus mais particulièrement dans les cellules sanguines et le tissu adipeux. L'évolution de la maladie et les processus histopathologiques qui en sont la conséquence ont été étudiés par Vago (1959) qui a mis en évidence la formation de foyers intracellulaires correspondant à des agglomérats de *Rickettsies*. Ces foyers s'étendent peu à peu jusqu'à l'invasion complète de la cellule qui éclate et libère la masse de *Rickettsies*. Celles-ci peuvent alors infecter d'autres cellules et la maladie se propage ainsi. Dans ces masses de *Rickettsies* se trouvent des corps ovoïdes pseudocristallins de 2 à  $3\mu$  dont une moitié prend les colorants utilisés, l'autre restant incolore.

Tous ces caractères, ainsi que l'aspect au microscope électronique, sont analogues à ceux décrits pour l'agent de la «maladie de Lorsch» que Krieg a nommé *Rickettsiella melolonthae* (Krieg 1955). Il y a donc toutes raisons de penser qu'il s'agit du même germe.

### 2. Virulence pour *Melolontha melolontha* L.

#### a) Action sur les stades larvaires.

Les essais ont été effectués à la fois par injection intrahémocœlienne de  $1/10$  de  $\text{cm}^3$  d'une suspension de *Rickettsie* et par contamination de la terre des récipients d'élevage par mélange avec un broyat de larves malades. Chaque expérience comportait en général 20 individus. Tous les Insectes morts ou malades faisaient l'objet d'un frottis d'hémolymphe et de tissu adipeux de façon à identifier la cause de la mortalité et plus particulièrement à vérifier la présence ou non de *Rickettsies*.

Les trois stades larvaires se sont révélés sensibles à la maladie par ces deux modes de contamination, mais les résultats sont beaucoup plus nets sur les larves âgées que sur les Vers blancs du premier stade. Ceux-ci, en effet, meurent sans présenter les symptômes de la *Rickettsiose* et les cadavres renferment une septicémie bactérienne. Ainsi, dans un essai comportant 100 larves venant d'éclore, élevées dans de la terre mélangée avec le broyat de 5 larves du troisième stade malades, la mortalité fut de 99% au bout de 6 semaines, alors que dans le lot témoin composé de 100-larves de la même origine, on ne comptait après le même délai que 47 morts. Des phénomènes du même ordre ont été notés par Wille (1958) sur les jeunes larves du troisième stade qu'il utilisait pour ses essais: dans les 10 premières semaines ce sont des infections fongiques ou bactériennes qui se manifestent surtout, les cas typiques de *Rickettsiose* ne se déclarant qu'ensuite.

De même au cours de notre expérimentation sur les *Vers blancs* des deuxième et troisième stades nous avons observé pendant la période d'incubation de la *Rickettsiose* une certaine mortalité due à des bactéries ou à des champignons, mais celle-ci a pratiquement disparu dans les essais par injection, alors qu'après plusieurs passages sur Ver blanc la virulence s'est trouvée augmentée et la rapidité de développement des *Rickettsies* se fut accrue (tableau I). Il est vraisemblable que ces cas de bactérioses ou de mycoses sont une conséquence de l'infection avec la *Rickettsie*. Celle-ci serait chez certains individus un agent d'affaiblissement et favoriserait ainsi d'autres germes pathogènes, déterminant un «enchaînement de maladies» au sens de Vago (Vago 1959). Lorsque la *Rickettsie* est plus virulente elle empêche toutes possibilités d'action d'autres germes susceptibles d'interférer et c'est elle seule qui intervient. Nous devons toutefois remarquer que peu avant la mort, plusieurs jours ou plusieurs semaines après l'apparition des symptômes de la «maladie bleue», se produit parfois une infection secondaire, manifestation classique d'un «microbe de sortie».

Tableau I

Influence du nombre de passages par injection sur la virulence pour les larves L 3 de *M. melolontha* (20 par essai)

Passage	Rickettsiose	Délai de manifestation des symptômes (en semaines)	Bactérioses	Mycoses
1	11	12 à 18	6	2
2	10	4 à 8	2	2
3	10	6 à 16	2	0
4	11	4 à 10	3	3
5	11	6 à 13	6	3
6	16	4 à 8	0	2
7	14	3 à 5	0	0
8	18	3 à 5	1	1
9	20	3	0	0
10	18	3	0	0
11	19	3	0	0
12	20	3	0	0
13	14	3 à 4	3	3
14	15	1 à 3	2	2
15	16	2	0	4
16	20	3	0	0
17	17	2 à 3	1	2
18	20	2	0	0
19	15	2 à 4	2	1
20	14	2 à 4	3	3
21	18	2 à 4	2	0
22	16	2 à 3	0	0
23	19	2 à 3	1	0
24	20	2 à 3		
25	20	1 à 2		

Dans les élevages sur terre infectée, les processus d'enchaînement se déclenchent également et rendent plus difficile l'interprétation des résultats.

En dehors du stade de l'Insecte il est probable que la concentration de l'agent pathogène a une influence sur la mortalité. Les essais réalisés jusqu'à présent pour définir la DL 50 indiquent que la Rickettsie est active même à des dilutions très faibles. Ce qui est en accord avec les chiffres cités par Dutky (1959): pour *Rickettsiella popilliae* Dutky et Gooden la DL 50 par injection est inférieure à 6 Rickettsies par Insecte.

D'une façon générale nous estimons que, au laboratoire, la «maladie bleue» de *Melolontha hippocastani* cause une mortalité de 80 à 100% chez *M. melolontha* par injection et 30 à 50% par infection de la terre, aussi bien pour les larves du deuxième stade que pour celles du troisième. Après apparition des symptômes, la mort survient plus ou moins rapidement selon les individus et les conditions ambiantes. Les larves du troisième stade à 24°C subsistent au maximum pendant un mois tandis qu'à 5°C certaines ont survécu pendant 6 mois.

L'infection par la Rickettsie n'empêche pas la mue. Lorsque l'injection est effectuée sur des larves du deuxième stade un certain nombre d'entre elles subissent la mue avant que la maladie ne se déclare, tandis que d'autres muent bien qu'elles présentent déjà

tous les symptômes de la maladie, mais ces dernières ne survivent pas longtemps; Niklas l'indique également (Niklas 1958). La proportion des larves qui deviennent malades au stade suivant celui qui a subi la contamination est fonction de la rapidité de l'incubation de la maladie par rapport à la vitesse de développement de l'Insecte. Ainsi, à 14° sur 25 L 2 injectées il y eut, 4 mois après, 11 L 2 et 7 L 3 présentant les symptômes de la «maladie bleue» alors qu'à 25°C pour 25 L 2 injectées on ne nota qu'une seule larve du deuxième stade atteinte de la Rickettsiose contre 21 L 3 au bout de 2 mois ½.

#### b) Action pendant la métamorphose et la vie imaginale.

Les Insectes en cours de métamorphose sont également sensibles à cette affection. L'injection d'une suspension de Rickettsies à des prénymphes ou à des nymphes détermine la mort par Rickettsiose d'une partie des individus tandis que d'autres poursuivent leur évolution et ne présentent la maladie qu'à un stade suivant. Par exemple, dans un lot de 15 nymphes ayant subi une telle injection on obtint 7 Hannetons adultes vivants dont l'hémolymph et le tissu adipeux montraient une abondante culture de Rickettsies. Lorsque l'injection est faite sur des L 3 âgés, certains se nymphosent bien qu'étant malades, nous avons observé ce phénomène à de nombreuses reprises; mais la plupart d'entre eux meurent pendant la nymphose et très peu d'individus sont capables de subir la mue nymphale. De même si l'injection est pratiquée sur des prénymphes la maladie se déclare chez les nymphes mais celles-ci meurent en général avant la mue imaginale.

Il apparaît donc que l'incubation et le développement de la Rickettsiose sont compatibles avec une mue mais il est exceptionnel que la maladie permette aux Insectes atteints d'en effectuer une deuxième.

Les imagos meurent après injection en 4 à 6 semaines, la plupart à la suite d'une infection bactérienne ou fongique mais dans certains cas il nous a été possible de déceler la présence de Rickettsies. Des essais de contamination du feuillage n'ayant pas donné de résultats positifs, des expériences complémentaires sont en cours pour mettre en évidence la possibilité d'une transmission par les femelles de la maladie à la génération suivante.

### 3. Action de la température

En dehors du mode de contamination et de la dose de germes inoculés ou ingérés, divers facteurs écologiques sont susceptibles d'intervenir dans l'extension de la maladie. Parmi ceux-ci nous avons abordé l'étude de l'influence de la température. Notre expérimentation a porté sur des larves L 2 et L 3 contaminées par injection d'une même dose de Rickettsies et mises en élevages à diverses températures maintenues constantes ou subissant des alternances hebdomadaires. Les essais effectués sur des lots de 25 Insectes montrent que la température, lorsqu'elle est égale ou supérieure au seuil de développement des Vers blancs (11°C), n'a aucune influence sur le pourcentage de malades et qu'elle ne modifie guère le rythme d'évolution de l'infection: les Rickettsies se multiplient aussi rapidement à 14° qu'à 20°C. La même mortalité dans des délais semblables a été enregistrée dans les lots maintenus à 10, 12° ou à 20° constamment et dans ceux qui ont subi des variations thermiques hebdomadaires de 10° à 20° et vice-versa. Ce n'est qu'aux températures élevées (24°C) qu'on note une accélération assez sensible de l'infection due vraisemblablement à une moindre résistance des Insectes.

### 4. Sensibilité des diverses espèces de Scarabaeidae

La virulence de *Rickettsiella melolonthae* Krieg pour *M. melolontha* L. ayant été mise en évidence, nous avons cherché à déterminer dans quelle mesure ce germe pouvait être pathogène pour les autres espèces de Coléoptères *Scarabaeidae*. Cette expérimentation a



été conduite en élevages, d'abord par injection d'une suspension de Rickettsies et ensuite en cas de résultats positifs par infection du milieu. Chaque essai portant sur 20 ou 25 larves fut répété 3 fois.

Le tableau 2, qui résume les résultats enregistrés, fait ressortir une nette différence de sensibilité entre les diverses sous-familles de ce groupe de Coléoptères: Chez les larves de *Melolonthinae* la «maladie bleue» se manifeste de façon très nette aussi bien par injection que par contamination «per os». Chez les larves de *Oryctes nasicornis* L. (*Dynastinae*) l'injection de Rickettsies provoque la mort à bref délai mais sans apparition de symptômes et sans qu'il nous ait été possible jusqu'à présent de déceler la présence de germes dans les tissus des larves malades (cependant, on n'observe pas non plus de bactériose ou de mycose). D'autre part la consommation par les larves de terreau contaminé ne provoque aucune mortalité.

Tableau II  
Sensibilité de diverses espèces de *Scarabaeidae*

Espèce	Par injection	Par contamination de la terre
<i>Melolontha hippocastani</i> F. ....	++	++
<i>Melolontha melolontha</i> L. ....	++	++
<i>Amphimallon solstitialis</i> L. ....	++	+
<i>Amphimallon majalis</i> Razm.....	++	+
<i>Phyllopertha horticola</i> L. ....	+	
<i>Oryctes nasicornis</i> L. ....	++	—
<i>Cetonia aurata</i> L. ....	—	—
<i>Epicometis squalida</i> Scop. ....	—	
<i>Oxythyrea funesta</i> Poda. ....	—	

Chez les diverses espèces de *Cetoniae* étudiées, il n'y a pas, semble-t-il, de multiplication des Rickettsies, mais l'injection aboutit à la mort par intervention d'un autre microbe: dans la plupart des cas, il s'agit de *Metarrhizium anisopliae* Metch. mais nous avons noté également des cas de bactérioses. L'infection du terreau est sans effet.

Le cas de *Oryctes nasicornis* est particulièrement intéressant car différentes affections, dont une «maladie bleue» et une «maladie transparente», ont été signalées chez les *Oryctes* tropicaux et décrites avec minutie par Surany (1960). Jusqu'à présent l'agent étiologique de ces maladies n'a pas été isolé et il n'est pas sûr qu'il s'agisse d'une Rickettsie. Cependant au cours de nos recherches sur les larves de *Melolontha melolontha* L. nous avons observé des modifications de symptômes de la Rickettsiose qui méritent d'être signalées.

5. Influence du nombre de passages

Ces phénomènes ont été mis en évidence en pratiquant le passage systématique de la maladie se Ver blanc à Ver blanc sur des larves du troisième stade, par injection de 1/10 cm³ de suspension préparée en diluant deux gouttes d'hémolymphe d'une larve malade dans 20 cm³ d'eau stérile (tableau I). En dehors de la diminution de la mortalité due à des bactérioses ou à des mycoses que nous avons examinée précédemment, ces passages ont fait ressortir les faits suivants:

1°) — Augmentation très sensible de la rapidité d'action de la Rickettsie, la maladie se manifestant à partir du 7ème passage en 3 semaines au lieu de 3 mois.

2°) — Modification de la morphologie des germes: les formes en points et les chaînettes disparaissent et sont remplacées par des bâtonnets bacilliformes, plus volumineux, ayant souvent la forme de virgules.

3°) — Corrélativement on assiste progressivement à un changement de l'allure des larves atteintes: celles-ci, qui, dans la nature et dans les premiers passages ont un aspect plutôt «ratatiné», deviennent de plus en plus molles, se gonflent par suite de la formation d'un liquide jaunâtre plus ou moins translucide dans lequel flottent les débris du tissu adipeux, tandis que la teinte bleuâtre devient de moins en moins apparente.

Or ces symptômes rappellent tout à fait ceux de la maladie transparente trouvée parfois dans la nature chez les larves de *M. melolontha* (Hurpin et Vago 1958, Niklas 1958) et appelée «*hydropisie*» par Heidenreich, et pour laquelle l'agent n'a pu encore être isolé. Dans toutes les larves montrant les symptômes dans les essais cités les cellules étaient envahies par les Rickettsies en bâtonnets flexueux.

Il apparaît donc que le nom de «maladie transparente» sert à désigner des affections très différentes au moins pour les larves de *M. melolontha*. Il n'est pas impossible qu'il en soit de même pour les *Oryctes*.

### Conclusion

Les expériences brièvement résumées ici montrent que la Rickettsie, agent de la «maladie bleue» de *Melolontha hippocastani* est pathogène pour de nombreuses espèces de *Scarabaeidae* et en particulier pour *M. melolontha*. Les trois stades larvaires de même que les nymphes et les imagos sont sensibles et la maladie agit même à des températures peu élevées. Il reste à expliquer pourquoi cette affection ne semble pas se rencontrer naturellement dans les populations de Hanneton commun. Nous avons entrepris cette étude en recherchant les agents de transmission et de propagation susceptibles d'intervenir en plein champ et en examinant les possibilités de résistance du germe aux conditions extérieures. Les résultats enregistrés feront l'objet d'une autre publication.

### DISKUSSION

H. WILLE: In natürlichen Populationen von *Melolontha melolontha* in der Schweiz wurden 2 *Rickettsien*-Stämme isoliert. Ihre Virulenz gegenüber *Melolontha melolontha*-Larven im Laboratorium scheint höher zu sein als bei den Stämmen aus Lorsch.

## ÜBER DIE BENUTZUNG DER NEMATODEN ZUR BIOLOGISCHEN SCHÄDLINGSBEKÄMPFUNG

JAROSLAV WEISER

Laboratorium für Insektenpathologie, Biologisches Institut der Akademie d. W., Praha, ČSSR

Das in der letzten Zeit von neuem auflebende Interesse für Insektenpathologie führte auch zu einer Reihe von neuen Beobachtungen insektenpathogener Nematoden. Es ist um so interessanter, da gerade die pathogenen Formen wenig auffällig sind, da sie ihre Wirte schnell töten und bei ihnen das Bild der Septikämie vortäuschen. Die meisten Larven wandern aus, und in manchen Fällen sind die Urheber des Todes des Schädling völlig verschollen. Nähere Untersuchungen einer Reihe von Käferarten

brachten uns einige Nematoden, die sich an der biologischen Beschränkung mancher wichtiger Schädlinge beteiligen. Wir möchten neben der schon bereits in der Literatur erwähnten *Neoaplectana melolonthae* noch ähnliche Arten aus den Larven des Pappelbocks (*Saperda carcharias*) anführen, wie auch die parasitische *Neoaplectana* des Erlenwürgers (*Cryptorrhynchus lapathi*). In beiden Arten ist der Prozentsatz befallener Larven auf manchen Stellen ziemlich hoch, indem er bis 25% erreicht.

Bis jetzt konnten wir die Ursache des Todes der Larven nur nach den vorhandenen Nematoden erkennen. Doch in den letzten Jahren führte die Arbeit von Dutky über die Bakterien von Nematoden des Apfelwicklers zur Feststellung (1955), daß eine spezifische Bakterie den gegebenen Parasiten begleitet. Und der persönlichen Mitteilung von Dr. Dutky (1959) kann ich entnehmen, daß er imstande ist, durch den Beweis von spezifischen *Neoaplectana*-Bakterien in toten Larven auch die Ursache des Todes, nämlich Nematodeninvasion, zu beweisen. Dies auch in Fällen, wo nur einige Larven eingedrungen sind, die zwar die Larve des Schädlings töteten, doch nicht sich völlig entwickelten und abstarben oder nur ein Geschlecht entwickelten und nicht befruchtet waren. Durch diese Methode steigt dann auch die Zahl der bewiesenen experimentellen Infektionen beträchtlich.

Bei der Serie von Nematoden, die wir zur Zeit isoliert haben und weiterzüchten, war es interessant, ob verschiedene Bakterien einzelnen Nematoden eigen sind. Die dies betreffenden Untersuchungen ergaben (siehe dazu eine ausführliche Bearbeitung von Lysenko), daß bei DD-136, bei *Neoaplectana janickii*, *N. melolonthae* und bei verschiedenen Stämmen der Nematoden aus *Saperda* und *Cryptorrhynchus* immer eine Bakterie vertreten ist, die nach ihren Eigenschaften in die Art *Pseudomonas aeruginosa* einzureihen ist. Es bestehen keine wesentlichen Unterschiede zwischen einzelnen Stämmen in verschiedenen Wirten; weitere Untersuchungen können jedoch noch neue Einzelheiten bringen. Es besteht zur Zeit nur die Möglichkeit, bei einer Septikämie, die durch *Pseudomonas aeruginosa* begleitet wird, auf eine *Neoaplectana*-Infektion zu schließen.

Die neu isolierten Infektionen unterscheiden sich von den schon bekannten durch einige Merkmale. Schon im Laufe der ersten 24 Stunden erfolgt bei den ausgesetzten Schädlingen eine Lähmung der Bewegung, und nach 40 Stunden sind die Wirte bereits tot. In den meisten toten Larven bildet sich in der Umgebung des Darmes, etwa in dem zweiten Drittel ihrer Länge, ein schwarzer Ring, nach vorne gut begrenzt, nach hinten allmählich zerfließend. Der Ring zeigt die Zone, wo Larven in die Darmwand eindringen. Bei weiterschreitender Infektion bildet sich rings um die infizierten Larven eine bräunliche Zone, die durch die aus dem Wirt ausschlüpfenden Nematodenlarven mehr und mehr ausgebreitet wird.

Die Larven der Pappelbocknematoden sind für die Austrocknung besser eingerichtet als die aus *Carpocapsa*; sie können auf der Wasseroberfläche schwimmen und auf eintrocknendem Substrat herumkriechen. Auch sieht man bei ihnen das merkwürdige Phänomen, daß sie an verschiedenen Fäden und Trichomen der befallenen Raupen emporklettern und osmotisch mit einem Körperdrittel an der Unterlage befestigt, mit dem übrigen Körper wie mit einer Fahne hin und her schwingend, gleichsam einen Wirt suchend.

Die Spezifität der neuen Nematoden ist ebenso gering wie bei den früher beschriebenen Arten; so befallen sie wie DD-136 die verschiedenen Lepidopteren, Käfer, Zweiflügler oder Termiten. Die Frage bei ihrer Anwendung ist, ob sie im befallenen Wirt imstande sind, die ganze Entwicklung durchzumachen und neue Larven zu produzieren. Dies geschieht besonders dort nicht, wo die übrigen Glieder der Insektengemeinde, wie Termiten, die getöteten Tiere wegschleppen und verzehren.

Im allgemeinen können wir feststellen, daß in der Natur pathogene Nematoden der Insekten besonders dort vorkommen, wo Insekten in der Rinde oder im Holz leben. Das kann uns ein Hinweis sein, auf solchen Plätzen die Nematoden zur Hilfe heranzuziehen.

#### LITERATUR

DUTKY, S. R., HOUGH, W. S. (1955). Proc. Ent. Soc. Washington, 57, 244. — DUTKY S. R. (1959). Insect Microbiology. Advances in Applied Microbiology, I, 175—200. — DUTKY, S. R. (1959). Persönliche Mitteilung. — LYSENKO, O. (1960). Bacteria associated with insectpathogenous Nematodes. (Prepared for publication.) — WEISER, J. (1955). Věst, Čsl. zool. spol. XIX, 44—52. — WEISER, J. (1955). Čsl. parasitologie, II, 185—190. — WEISER, J. (1959). Trans. Ist Int. Conf. Insect Pathology, Praha, 331—6.

#### DISKUSSION

J. M. FRANZ: Sind Sie der Meinung, daß die Bakterien in diesen Nematoden spezifisch sind?

WEISER: Ja, ich mußte meine frühere Auffassung ändern, wo ich voraussetzte, daß eine beliebige Bakterie, die mit im Darm des Schädlings lebt, imstande ist, die Nematoden zu begleiten und die Septikämie hervorzurufen. Wir haben die begleitenden Bakterien bestimmt — das wurde in Dutkys Material nicht getan — und konnten feststellen, daß sie die Nematoden ständig begleiten. Doch konnten wir auch feststellen, daß sie bei mehreren Nematoden zur selben Mikrobenart gehören.



## SEKTION XIV

# NATURSCHUTZ

### NATURE CONSERVATION WITH SPECIAL REFERENCE TO ITS ENTOMOLOGICAL ASPECTS

H. W. MILES

Wye College, University of London

I entered this subject rather to stimulate thought and discussion than to make any pronouncements on methods to be followed.

The conservation approach to insect protection is the exact opposite of that of the economic entomologist anxious to control, or even destroy entirely, certain insect species in an environment. Here we are anxious to conserve, for as long as ecologically possible, either a dwindling species or perhaps the representatives of a diminishing genus. If the environment will support the species there may be little difficulty, but as soon as regional changes begin to affect the area then, unless the Conservation Authority has effective administrative control, the species will be increasingly affected to the point of extinction.

This is perfectly understandable but not always appreciated. There are individual collectors, notably amongst Lepidopterists, who have a real interest in exploiting rarity. If this habit of collecting the rare is persisted in, it obviously speeds up the rate of decrease of the rare species.

Protection by legislation in face of environmental change only delays for a time the final disappearance of the species concerned. What attitude should the entomologist responsible for conservation take?

At Woodwalton Fen in Britain effective control of the immediately local drainage system is a means of maintaining the water levels to suit the vegetation of the fen, and through this the related phytophagous insects have an opportunity of survival provided they are not too sensitive to local fluctuations in the numbers and condition of their host plants. The parasites, predators and scavengers must in turn take their chance in the minor changes.

We may ask what value we place entomologically or biologically on the survival of a species today when environmental pressures are so great that many plants and animals appear either to be doomed to extinction or to survive precariously in a diminishing area, often under highly artificial conditions.

The attractive beauty of certain insects notably butterflies and moths in their wonderful variety, cannot be denied. They appeal to the eye and stimulate wonder and curiosity. Tropical *Coleoptera* and *Hemiptera* are also wonderfully attractive and invite even the non-specialist collector's attention.

In Western Europe and in the British Isles by far the greater number of our insects species are small by tropical and sub-tropical standards and are sombre in coloration and inconspicuous. Granted a few species of *Chrysomela* (Coleop.) are attractive and occasionally we have the pleasure of seeing some of the more continental forms of *Syrphidae* (Dipt.), e.g. *Volucella Zonaria*, but in general there is not much danger from over-collection in the British Isles. Regional changes in environments, whether due to shifts or fashions in afforestation and agriculture, or in response to pressure from industrial demand, constitute the greatest threat to the survival of those species normally regarded as of special systematic or biological interest. Must entomologists let the more spectacular forms, about which a good deal is known, take their chance, or have we, like the ornithologists, to go to great lengths to provide them with physical protection? This, I think you will agree, is almost impossible.

Perhaps it is more in keeping with the modern outlook to find interest and arouse curiosity in the less spectacular forms and in migration or in aggregation, and dispersal, in local interrelationships—insects with host plant or animal and these hosts with the environment; in other words in the biology, ecology and behaviour of the more commonplace insects. If we can do this, then we can establish a new sense of values in which rarity has little place.

We shall not proceed far along these lines before we find that Nature is virtually one and indivisible and that we have to secure a large measure of plant protection if we are to achieve a reasonable level of insect conservation. "Of course" you may say, "we know a lot about plant protection so that should be relatively easy". But is it? The plants we know about are crop plants grown in monocultures of various degrees of purity. The diverse communities of phytophagous insects demand a diverse range of host plants, many of which are weeds in their agricultural and amenity contexts and are the very ones against which so much work with phytotoxicants has been directed and perhaps in the end, from a conservation point of view, the uses have been mis-directed, e.g. as in the spraying of road verges and hedge sides. A point here that has not escaped notice by beekeepers is the undesirable effects of selective weedkillers in reducing or eliminating nectar-bearing weeds on which bees and many insects of general interest depend at times for their nectar and other secretions.

So, one may ask, is it possible to-day to maintain reserves at all effectively when, to an increasing extent, they are likely to be surrounded by areas that receive insecticidal or phytotoxic treatment? A related point with which some of us are already familiar is the argument of the crop protector that the environs of the crops should be sprayed to prevent re-infestation. Some sectional interests in the United States have taken this a stage further and pointed out that gardens often contain alternate hosts of crop pests and legislation should, therefore, be secured to make them subject to compulsory spraying.

I believe the answer lies in securing a great diversity of miscellaneous nature reserves and, within limits, of discouraging the use of insecticides in private gardens particularly on flowering plants.

The promotion of field studies and school and independent educational schemes should be vigorously encouraged.

Good public relations must also be secured and here the work of the newly constituted Council for Nature in Great Britain is likely to be increasingly effective.

My remarks are, admittedly, sketchy but I would like to think that this session marks the beginning of what will become an important and active section. I trust that when the next International Congress is held a full symposium on insect conservation will be included in its programme.

## DISCUSSION

The Hon. MIRIAM ROTHSCHILD (Great Britain): I agree with Dr. Miles about the need for more active protection for road verges, hedgesides and waste places and think more could be done by getting the interest of the officials and employees of the local authority. Earlier or later cutting of a hedgeside may often help to save a particular species. A friendly word about the reason for delaying the cutting of a bed of nettles for instance, will often ensure this delay, especially if it is accompanied by a *pour boire*!

Dr. DEREK FRAZER (Great Britain): Since so many species occupy waste places as temporary refuges, we must not under-value the importance of these small reserves. There is often intense disappointment over the failure to secure as reserves the larger and more renowned areas. Dungeness is a case in point. There is proved quite impossible to convince one authority that the claims of special scientific interest put forward by another authority (The Nature Conservancy) outweighed the economic claims to the use of the area in the national interest. This difficulty of harmonising the several official views is, unfortunately, of frequent occurrence and the only answer would seem to be the acquisition by organised Trusts of almost any areas capable of use as nature reserves, no matter how small these areas are. If they fit into a chain of such local areas so much the better.

Dr. A. D. PICKETT (Nova Scotia): There is no doubt that to restore some kind of faunal balance amongst the insects and mites in an area where excessive use of insecticides has been practised over a number of years is very difficult indeed. The use of lead arsenate and lime sulphur over the years in our spray programmes in the orchards of Nova Scotia resulted in the Codling Moth and Fruit-tree Red Spider Mite becoming almost uncontrollable. Now after several years treatment with the more selective insecticides, minimum dosages, and the use of ryania, a mild insecticide derived from *Ryania speciosa*, to replace lead arsenate for codling moth control, we are gradually restoring the balance in the apple orchards. Before undertaking programmes of this kind the extent of the ecosystem and the nature of the environment must be fully considered.

Dr. D. L. COLLINS (New York State): On the point of harmonising essential control measures with conservation, much can be done if good public relations are first built up. For example in an area where there is a spectacular display of fireflies or where bees are active in certain flowers at certain times, if the mosquito control organisation will locate and time its spray applications properly, and use the proper formulations and dosages, harm to the desirable insects may be avoided, and objections to the control operations will be minimized. What is needed is education of both the public and of the mosquito control operators, each in terms of the other's requirements and desires as well as their own.

Dr. D. J. KUENEN (Netherlands): I would like to ask how and when you in England acquire areas for these small nature reserves.

Dr. MILES (in reply): There is a growing body of County Naturalists' Trusts in England who have the right to acquire and manage property as local nature reserves. These trusts can act quickly when a local area is threatened and intervene to save it; they can also buy up discreetly small areas, like a wood, a quarry or old sandpits for use as reserves. It is now evident in England that these small areas will be increasingly valuable as reserves.

Mr. M. E. SOLOMON (Great Britain): It is agreed that success in conservation depends to a great extent on enlisting the interest and support of many sections of the community. An idea will become fixed in the public consciousness more easily if it has a convenient name. Probably this has been a factor in the general acceptance of the idea of preserving a "Green Belt" around Greater London. We need a correspondingly apt and striking phrase to convey the idea of preserving a complex pattern of hedges, small woods and living verges alongside roads and fields. Perhaps a phrase such as "Green Network" would provide a name under which this idea in its various aspects could be made familiar to the public.

THE CHAIRMAN (Dr. H. SCHWEIGER, Vienna) thanked Dr. Miles for his paper and those who contributed to the discussion. He also supported the suggestion that there should be a symposium on the place of insects in conservation programmes at the next International Congress.

## ENTOMOLOGISCH INTERESSANTE NIEDERÖSTERREICHISCHE NATURSCHUTZGEBIETE

H. SCHWEIGER

Manuskript nicht eingelangt.

## Index zu Band II

ALKAN BEKIR: Die wichtigsten Vorratsschädlinge in der Türkei . . . . .	316
ARDLEY J. H.: Preliminary notes on new methods of Cacao Weevil Control in New Guinea	1
ASCHER K. R. S.: DDT-resistance-induced enhanced susceptibility towards Cetyl Fluoride (CF) and Cetyl Fluoroacetate (CFA) — a preliminary report	557
AZEVEDO e SILVA F.: Note on <i>Periclista albipennis</i> Zadd. (Hymenoptera, Tenthredinidae), a pest of Cork Oak ( <i>Quercus suber</i> L.) in Portugal	192
BAKER WITHEFORD L.: Forest Entomology in the United States problems and goals .	203
BALACHOWSKY A. S.: Realisation et projet de la C.I.L.B. en Europe, en Afrique et au Moyen-Orient (Abstract)	669
BALACHOWSKY A. S. et GRISON P.: Realisation et projet de la C.I.L.B. en Europe, en Afrique et au Moyen-Orient (Abstract)	669
BALTENSWEILER W.: Die zyklischen Massenvermehrungen des Grauen Lärchenwicklers ( <i>Zeiraphera griseana</i> Hb., Tortricidae, Lepidoptera) in den Alpen	185
BAR-ZEEV Micha: The effect of acceptable and unacceptable compounds on the orientation of houseflies and mosquitoes	444
BARDNER R.: Some factors affecting the toxicity of systemic insecticidal seed dressings .	558
BARNETT Herbert C.: The incrimination of Arthropods as vectors of disease . . . .	341
BARNLEY G. R.: Practical methods for the control of <i>Simulium damnosum</i> (Theobald) and <i>Simulium neavei</i> (Roubaud) the vectors of onchocerciasis in Uganda	374
BEARD RAIMON L.: Laboratory studies on the role of Insecticides in the ecology of house fly populations	440
BEESELY W. N.: Observations on the use of the implant technique in the study of systemic insecticides for control of the warble fly ( <i>Hypoderma</i> ; Diptera: Oestridae)	457
BERTRAM D. S., NYE E. R., BIRD R. G. and VARMA M. G. R.: Arthropod-borne viruses in their vectors	346
BEY-BIENKO G. Ya.: Some peculiarities of the Formation of the wheat agrobiocoenosis fauna under cultivation of virgin steppe	4
BLETCHLY J. D.: A review of factors affecting ambrosia beetle attack in trees and felled logs (Titel)	225
BLETCHLY J. D. and TAYLOR Jean M.: A review of laboratory methods of testing the toxicity of preservatives to certain species of wood-boring insects (Abstract)	339
BÖHM Helene: Der Einfluß der Wirtspflanze auf das Vermehrungspotential des Weißen Bärenspinners ( <i>Hyphantria cunea</i> Drury)	6
BOJANOWSKA Anna et DOMICZ-STYCZYŃSKA Bogumiła: La sensibilité différenciée au DDT-p, p' et à l'HCH — Gamma en relation avec les sex chez <i>Pediculus humanus humanus</i> L.	485
BRČÁK Jaroslav: Das Tabakmosaikvirus im Insektenkörper (Das Verhalten des Virus nach der Injektion ins Blut von <i>Bombyx mori</i> L.)	759
BRIGGS John D.: Industrial development of biological control in the United States . .	683
BROKER Walter: Neue Erkenntnisse über die Entstehung der Schwarzsucht der Honigbienen	529
BROOKE J. P.: Results of Laboratory and field experiments using food packaging materials coated with pyrethrins and piperonyl butoxide	291
BROWN F. G. and RIPPER W. F.: The control of the ox warble fly of cattle with the systemic insecticides Etrolene and Ruelene in Britain 1958—1959 and 1959—1960	568
BUCKLEY Sonja M.: Application of tissue culture methods to the study of the arthropod-borne group of animal viruses (With special reference to the HeLa (Gey) strain of human malignant epithelial cell.)	762
BURGERJON A. et BARJAC H. de: Essais préliminaires sur le rôle insecticide de la toxine thermostable produite par <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner	835
BURGERJON A. et YAMVRIAS C.: Methode de titrage biologique des préparations a base de <i>Bacillus thuringiensis</i> avec <i>Anagasta kühniella</i> Zell.	842
BURGESS Robert W.: Mosquitoes in latex cups, a preliminary survey . . . . .	398
BUSVINE James R.: Die Dosis in Insektizidprüfungen . . . . .	592
BÜTTIKER Dr. W.: Biological and morphological notes on the fruit-piercing and eye-frequenting moths	10
BYTINSKI-SALZ H.: The tropical figborer in Israel . . . . .	229



- CAIRASCHI E. A.: Observations biologiques et opportunité des traitements chimiques contre la teigne des fleurs du cerisier (*Argyresthia pruniella* L.) 16
- CAMERON MacBAIN J. W.: The use of viruses in the control of some forest insects in Canada 769
- CAPEK Miroslav: Synparasitische Beziehungen der Tannenlepidopteren in der Slowakei 706
- CASTEL-BRANCO Armando J. F.: *Icerya purchasi* Mask. en Afrique Portugaise . . . 754
- CHAPMAN P. J. and LIENK S. E.: Control of the European Red Mite and other pests of the tree fruits with petroleum oil sprays 21
- CHARARAS C.: Relations entre variations de la pression osmotique des conifères et l'extension des coleoptères Scolytidae 246
- CHARARAS Constantin et DESCHAMPS Paul: Le chimiotropisme chez les Scolytidae et le rôle des substances terpéniques 249
- CHENG TIEN-Hsi and KESLER Earl M.: A three-year study on the effect of fly control on milk production by dairy cattle (Abstract) 427
- COLAS-BELCOUR Jacques et RAGEAU Jean: Argasidae (Acariens Ixodoidea) de France et d'Afrique du Nord 435
- COLLINS D. L.: Population studies of the gypsy moth (*Porthetria dispar* L.) in New York state 215
- COLLINS Donald L.: Arthropod-borne diseases and their vectors in New York State 349
- CORBET Philip S.: The use of external characters to age-grade adult mosquitoes (Diptera: Culicidae) 387
- CYMOREK S.: Über das Paarungsverhalten und zur Biologie des Holzschädling *Ptilinus pectinicornis* L. (Coleoptera, Anobiidae) 335
- DAL MONTE G.: Il pericolo della diffusione in Italia del *Trogoderma granarium*, Everts 313
- DARCHEN R. J.: Le comportement des cirières d'*Apis mellifica* devant un « theme » de construction. Le rôle des destructions et des reconstructions des rayons (Titel) 537
- DAVID W. A. L.: *Pieris brassicae* and its granulosus virus disease . . . . . 777
- DE BACH Paul: Ecological adaption of parasites and competition between parasite species in relation to establishment and success 686
- DE BACH Paul: Biological control of the California Red Scale, *Aonidiella aurantii* (Mask.), on Citrus around the world 749
- DE BARJAC Melle et BURGERJON A.: Études d'efficacité comparatives des différentes souches de *Bacillus thuringiensis* Berliner (Abstract) 834
- DE FLUITER H. J.: Virusabwehr durch Vektorbekämpfung in Erdbeeranlagen . . . . . 34
- DEL PONTE Eduardo: El problema entomoepidemiológico del paludismo en la Argentina 391
- DERBENEVA-UKHOVA V. P.: On the ecological classification of synanthropic flies of the families Muscidae and Calliphoridae (Diptera) 422
- DERBENEVA-UKHOVA V. P.: Some data on the development and loss of insecticide resistance in housefly (*Musca domestica* L.) in laboratory and natural conditions 451
- DOBROWOLSKI B. W.: Das Problem der Bekämpfung der Drahtwürmer und die Wege seiner Lösung in der UdSSR 28
- DOCKSON R. C.: Development of the Spotted Alfalfa Aphid population in North America 26
- DOLLFUSS R. Ph. F.: Biologische Schädlingsbekämpfung und Insektenpathologie (Titel) 697
- DONAUBAUER Edwin: Beitrag zur Pathologie der Fichtenspinstblattwespe (*Cephalcia abietis* L.) 864
- EBELING Walter: Selective absorption of molecules from beeswax films by means of finely divided powders 594
- EBELING Walter: Relation of lipid adsorptivity of powders to their suitability as insecticide diluents 595
- EHRHARDT P. und KLOFT W.: Eine einfache Methode zur Zucht von Lachniden für Untersuchungen im Laboratorium 544
- ENE J. C.: Parasitisation of Mantid oothecae in West Africa . . . . . 725
- EWLACHOWA A.: Experimentelle Untersuchungen zur Erhöhung der Virulenz entomopathogener Pilze 861
- FABER W.: Untersuchungen über Getreide-Gallmücken . . . . . 31
- FAIN A.: L'influence du sommeil hivernal sur la gale sarcoptique chez les chauves-souris 476
- FELDMAN-MUHSAM B. and HAVIVI Yael: On new excretory glands of ticks . . . 438
- FELDMAN-MUHSAM B.: Some biological differences between *Rhipicephalus sanguineus* and *R. secundus* (Ixodidae) 460
- FLANDERS S. E. and BADGLEY Max: Biological control (Mutualism) in a constant environment (Abstract) 686
- FOSSSEL A.: Die Honigtau-Erzeuger auf *Picea excelsa* (Titel) . . . . . 543
- FRAGA R. de AZEVEDO J., da COSTA Manuel, MOURÃO José, de CASTRO SALAZAR Maria: L'involution biologique de la population de *Glossina palpalis* au cours de la campagne d'eradication dans l'île du prince (1956—1958) 412

- FRANCKE-GROSMANN H.: Ungewöhnliche Knospenschäden an Sitkafichten . . . . . 189
- FRANZ J. M.: Definitions in biological control . . . . . 670
- FRANZ J. M.: Der Dokumentationsdienst der C.I.L.B. . . . . 678
- FREEMAN J. A.: The influence of climate on insect populations of flour mills . . . . . 301
- FULLAWAY David T.: Forest insects in Hawaii . . . . . 226
- GABRIELITH-SHPAN Rachel: Bionomics of *Myiopardalis pardalina* Bigot on Sweet Melons in Israel 39
- GAON Jakov, DARVAŠ Andrija, AGRAMOVIĆ Gojko: La résistance d'une souche de poux au DDT, obtenue au laboratoire 448
- GEERING Q. A.: "Rogor" (Dimethoate) a new systemic insecticide . . . . . 595
- GERSHENSON S.: Some physiological aspects of the multiplication of polyhedral viruses 781
- GERSHENSON S.: Latency in insect viruses . . . . . 783
- GHESQUIERE J.: Situation der Nutzinsekten und biologische Bekämpfung in Südfrankreich (Titel) 697
- GILLIES M. T.: Interspecific competition in mosquitoes—has it any bearing on biological control? 502
- GOLDSMITH E. D.: Potentiating action of non-toxic doses of reserpine (Serpasil, Ciba) compounds on the action of the anti-folics on *Drosophila melanogaster* 602
- GÖSSWALD Karl: Beitrag zur Wirkungsweise des Insektizids Thiodan ® . . . . . 605
- GRAHAM K.: Photic behaviour in the ecology of the ambrosia beetle *Trypodendron lineatum* (Abstract) 226
- GREAVES T.: Termites in Australian forests . . . . . 238
- GREGOR F. — POVOLNÝ D.: Zur Chorologie und hygienisch-epidemiologischen Rolle synanthroper Fliegen in Mitteleuropa 419
- GREGSON J. D.: Observations on the feeding of *Dermacentor andersoni* Stiles on perfused preparations 463
- GRISON P.: Utilisation des Microorganismes pathogènes . . . . . 833
- GUAGLIUMI P.: Alcuni recenti cambi nel complesso biocenotico degli insetti della canna da zucchero in Venezuela 42
- GUAGLIUMI P.: La langosta pallida o americana (*Schistocerca pallens* Thunbg.) in Venezuela 43
- GUAGLIUMI P.: El combate biologica de los insectos daninos en Venezuela . . . . . 686
- HAFEZ MAHMOUD & GAMAL-EDDIN FAROUK M.: Contributions to the biology of *Musca crassirostris*, Stein. in Egypt (Abstract) 427
- HARLEY J. M. B.: The natural hosts of *Glossina* . . . . . 406
- HARPAZ I. and BERNSTEIN Z.: Occurence of the bud mite strain of *Eriophyes vitis* (Pgst.) in the nature of its damage to grape vines 47
- HARRISON I. R.: The biology of poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) and its control with contact and systemic insecticides 469
- HECHT O.: Weitere Feldbeobachtungen über das Verhalten von *Anopheles (Nyssorhynchus) albimanus* in Mexico (Titel) 400
- HEIDENREICH E.: Untersuchungen zur Definition der Insektizid-Resistenz beim Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata*) 611
- HEITOR F.: Sensibilité vis-à-vis de *Bacillus thuringiensis* des Insectes nuisibles aux ruches: *Galleria mellonella* L. et *Achroia grisella* Fabr. 845
- HENNEBERRY T. J. and SMITH Floyd F.: The effect of plant nutrition on the fecundity and susceptibility to Malathion of two strains of Two-spotted Spider Mite 49
- HICKIN N. E.: The problem of wood damage by *Anobium punctatum* de Geer in the United Kingdom, with some notes on the current commercial practice of control 321
- HOCKING K. S.: The population dynamics of tsetse flies with particular reference to their control by insecticides 409
- HODEK I.: Essential and alternative food in insects . . . . . 698
- HODEK I., STARÝ P., ŠTYS P.: The natural enemy complex of *Aphis fabae* and its effectiveness in control 747
- HOFFMANN C. H.: Approaches to biological control by the Entomology research division of the U. S. Department of Agriculture 675
- HOLDAWAY F. G. and RINKE E. H.: Resistance of corn (*Zea mays* L.) to injury by European Corn Borer (*Pyrausta nubilalis* Hbn.) in Minnesota (Abstract) 54
- HOLLOWAY James K.: The role of synchronizatio in time and space in biological control 690
- HOOGSTRAAL H.: Haemophysalidbiology and relation to disease (Titel) . . . . . 426
- HOPLA Cluff E.: The natural history of tularemia in Alaska . . . . . 432

- HORBER E.: Versuche zur Verhinderung der vom Maikäfer-Engerling (*Melolontha vulgaris* F.), der Fritfliege (*Oscinella frit* L.) und dem Maiszünsler (*Pyrausta nubilalis* Hbn.) verursachten Schäden mittels resistenter Sorten (Abstract) 54
- HOSKINS W. M. and ELDEFRAWI M. E.: Relation of the rate of penetration and metabolism to the toxicity of Sevin to three insect species (Abstract) 667
- HOWE R. W.: The entomological problems of assessing the success of a fumigation of stored produce 288
- HURPIN B.: Observations pathologiques sur les maladies a rickettsies des larves de Scarabaeidae 875
- ILIĆ Budimir K.: Die Getreideschutzprobleme in Jugoslawien . . . . . 297
- JAHN Else: Neuere Feststellungen zur Natur von Insektenpolyedern . . . . . 787
- JENKINS Dale W.: Natural control of medically important insects (Abstract) . . . . . 492
- JENKINS Dale W.: Proposed terms and definitions in medical entomology . . . . . 497
- JENSEN D. D.: Pathogenicity of western x-Disease virus of stone fruits to its leafhopper vector, *Colladonus montanus* (Van Duzee) 789
- JEPSON W. F., SOUTHWOOD T. R. E. and van EMDEN H. F.: Einige neue Ausblicke auf das Fritfliegenproblem im Frühjahrshafer 55
- JEPSON W. I.: New fields of applications of Malathion . . . . . 616
- JONES Jack Colvard and CURTIN Thomas J.: Physiological studies on the female reproductive system of *Aedes aegypti* (L.) (Abstract) 391
- JONES M. P.: The relation of United States Insect Control activities to high quality export products 59
- JONES Tecwyn: The effect of certain silvicultural practices on the incidence of wood boring pests (Abstract) 240
- JONES Tecwyn: Some borers of living trees in East and West Africa and suggestions for their detection by non-destructive techniques (Abstract) 245
- JOURDHEUIL P.: Les phenomenes de competition parasitaire et la dynamique des populations 703
- KALANDADSE L. und BATHIASCHWILI I.: Besonderheiten der Reaktion von *Pyrausta nubilalis* Hb. und *Chloridea obsoleta* F. auf Veränderungen der Existenzbedingungen im feuchten subtropischen Gebiet Georgiens (UdSSR) 63
- KALANDRA A.: Beitrag zur Gradologie des Achtzähnigen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L. im Erzgebirge (Krusne Hory) (Abstract) 276
- KALSHOVEN L. G. E.: *Xyleborus destruens* Bldf. (Col., Scol.) as a semi-primary trunk-borer of *Tectona grandis* (Teak) in Java (Abstract) 245
- KANERVO Veikko: Einfluß der Bekämpfungsmaßnahmen im Apfelbau auf die Populationsentwicklung der Obstbaumspinnmilbe (*Metatetranychus pilosus* C. & F.) und ihre natürlichen Feinde in Finnland 64
- KANGAS Esko: Waldschädlingsprobleme, hervorgerufen durch die jüngste Entwicklung auf dem Gebiete des Waldbaues und der Forstnutzung in Finnland 167
- KEIDING J.: The use of Thiourea against insecticide-resistant houseflies (*Musca domestica* L.) 618
- KELSEY J. M.: Interaction of virus and insect parasites of *Pieris rapae* L. . . . . 790
- KENAGA Eugene E.: Time, Temperature and concentration relationships of several insecticidal fumigants (Abstract) 290
- KOEHLER Witold: Über die Ursachen des spezifischen Verlaufes der Massenaufreten von *Acantholyda nemoralis* Thoms. 255
- KÖHLER P.: Ecología de la *Schistocerca cancellata* (Serv.). Su zona central permanente y de gregarización 72
- KOVACEVIĆ Željko: Chemische Stoffe (subletale Insektiziddosen) als Erreger von Viruskrankheiten bei einigen Insekten 796
- KOZŁOWSKI Sławomir: L'aperçu sur la participation des parasitiformes (Acarina) dans la formation des foyers naturels des maladies transmissives en Pologne 480
- KÜHLHORN Friedrich: Untersuchungen über die Bedeutung der Vermilbung bei *Anopheles* 870
- KULASH Walter M.: Soil insect problems in corn . . . . . 77
- LABEYRIE V.: Etude de la repartition des pontes de *Diadromus pulchellus* Wsm. dans les chrysalides d'*Acrolepia assectella* Z. 728
- LACHMAJER Jadwiga: Les problèmes d'entomologie médicale en Pologne en 1950—1960 493
- LAIRD Marshall: Mosquito larval ecology in subarctic Quebec (Abstract) . . . . . 867
- LAIRD MARSHALL and COLLESS Donald H.: A field experiment with a fungal pathogen of mosquitoes, in the Tokelau island (Abstract) 867



- LANGE B. und SOL R.: Der Einfluß rodentizid wirkender chlorierter Kohlenwasserstoffe auf einige Arthropoden des Grünlandes 622  
 LANGFORD George S.: The control of the Japanese Beetle in Maryland through biological methods with observations on effects of soil disturbance 700  
 LEFKOVITCH L. P.: An experimental and theoretical approach to the age structures of populations of continuously breeding animals 309  
 LEWIS C. T.: Radiotracer studies of oil films on insects . . . . . 629  
 LINEVA V. A.: Alterations in the ovogenesis of the housefly (*Musca domestica* L.) under the influence of insecticides 448  
 MACDONALD W. W.: The association of the mosquito *Malaya jacobsoni* with *Cremastogaster* ants (Abstract) 417  
 MACKAUER Manfred: Wirtsbildung der Aphidiinae und Fahrenholz'sche Regel . . . . 733  
 MAHER Ali A. and BISHARA Ramzi H.: Studies on the stability of spray emulsions under Egyptian local conditions 630  
 MAHER Ali A. and HUSSEIN M.: A study on the tolerance of *Tribolium* species to insecticides 634  
 MAHER Ali A. and SALAM Farid A.: An efficient test animal for biological-assay of insecticide residues 642  
 MAKSIMOWIĆ Miloš: Beitrag zur Bekämpfung der Fichtenborkenkäfer in Jugoslawien 270  
 MARAMOROSCH Karl: Present status of insect tissue culture . . . . . 801  
 MARTOURET D.: Etudes preliminaires sur le mode d'action de *Bacillus thuringiensis* Berliner vis-à-vis de *Pieris brassicae* L. 849  
 MATHUR R. N.: Important problems in forest entomology of India . . . . . 277  
 MATTINGLY P. F.: The natural history of mosquito-borne viruses . . . . . 359  
 MATTINGLY P. F.: The experimental study of exophily in mosquitoes . . . . . 383  
 MAURIZIO A.: Papierchromatographische Untersuchungen an einigen Honigtau- und Tauhonig-Arten 542  
 MAYER Karl: Verhaltensstudien bei der Mittelmeerfruchtfliege *Ceratitis capitata* Wied. . . 80  
 McMAHON Eugene: The incidence of insect pests of crops in Ireland . . . . . 83  
 MEDLER John T.: Morphometric analysis of bumblebee mouthparts . . . . . 517  
 MERKER E.: Die mikroskopischen Saugschäden der beiden gefährlichen mitteleuropäischen Wolläuse (*Dreyfusia*) im Gewebe der Weißtanne 194  
 MERKER E.: Die Bekämpfung von Waldschädlingen durch geeignete Düngung der Bestandesböden 198  
 MICHALSKI J. und WITROWSKI Z.: Untersuchungen über den Einfluß des Regenerations- und Reifungsfraßes von *Blastophagus piniperda* L. (Coleoptera, Scolytidae) auf den Zuwachs eines jungen Kiefernbestandes 258  
 MICHALSKI Jacek: Ulmenbefall durch Splintkäfer der Gattung *Scolytus* Geoffr. (Coleoptera, Scolytidae) in Poznań (Polen) 273  
 MICHELbacher A. E.: Influence of natural factors on insect and spider mite populations 694  
 MILES Herbert W.: Some sawflies of economic importance with special reference to species infesting ornamental plants 86  
 MILES H. W.: Nature conservation with special reference to its entomological aspects . . 883  
 MILLER C. A.: The interaction of the spruce budworm and the parasite *Glypta fumiferanae* (Vier.) (Abstract) 219  
 MITIĆ-MUŽINA Nadežda: *Pseudococcus* sp. — ein neuer Erdbeerschädling in Jugoslawien 95  
 MITTLER Tom E.: What effects the amount of honeydew excreted by aphids? . . . . . 540  
 MÓCZÁR L.: Die Abundanz der Wildbienen in ungarischen Luzernefeldern . . . . . 97  
 MONASTERO Salvatore: Nuove osservazioni sull'*Opis* trovato in Sizilia . . . . . 742  
 MORRIS D. Sc. K. R. S.: Traps for the study of biting flies in Africa . . . . . 405  
 MORRISON Frank O. and MAILLOUX M.: Laboratory testing of acaricides for use on plants 644  
 MOUCHET J. et GARIOU J.: Répartition géographique et écologique des anophèles au Cameroun 396  
 MÜLLER Fritz Paul: Der fakultative Wirtswechsel der Blattläuse (Homoptera: Aphididae) 100  
 MUNGER F., GILMORE J. E. and CRESSMAN A. W.: Studies of a virus disease of the Citrus Red Mite 807  
 NAGATY H. F. and MORSY T. A.: Studies on Culicoids in Egypt, U.A.R. . . . . 368  
 NETSKI G. J., RAWDONIKAS O. W.: Einteilung der Zecken (Acariformes, Ixodidae) in Westsibirien, im Zusammenhang mit den Naturherden der Zeckenzephalitis und des Omsker hämorrhagischen Fiebers 434



- NEWSON Harold D.: The feeding habits of mosquitoes in relation to eastern equine encephalomyelitis in Maryland, USA 366
- NOLTE H. W. und ADAM H.: Neue Ergebnisse zur Ökologie und Bekämpfung des Erbsenwicklers (*Laspeyresia nigricana* Steph.) 103
- NOVÁK Dušan: Vorläufige Mitteilung über ein neues Insektizid und Repellent . . . . . 418
- NOVAK K. und SKUHRAVÝ V.: Die Regeneration des Faunenbestandes nach Insektizidenbehandlung in Kartoffel- und Zuckerrübenfeldern 107
- NOVÁK Vladimír: Einige neue Erkenntnisse über die Bionomie des Gemeinen Nutzholzborkenkäfers *Trypodendron lineatum* Oliv. und ihre Anwendung in der Forst- und Holzwirtschaft 266
- NUORTEVA Matti: Über die Nützlichkeit der Zimmerbock-Larven (*Acanthocinus aedilis* L.) im Walde (Abstract) 699
- OERTEL E.: Behavior studies on the greater wax moth . . . . . 532
- OHNESORGE Bernhard: Ökologische Wechselbeziehungen zwischen der kleinen Fichtenblattwespe *Pristiphora abietina* (Christ) und der Fichtenknospe 163
- OSSOWSKI L. L. J. †: A polyhedrosis virus in Wattle Bagworm control . . . . . 810
- PAIN Janine: Les methodes de dosage de la phérormone des reines d'abeilles (*Apis mellifica* L.) 507
- PAINTER Reginald H.: Recent advances in the study of insect resistance in crop plants in North America (Abstract) 109
- PAINTER Reginald H. and PATHAK M. D.: The distinguishing features and significance of the four biotypes of the corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) 110
- PAL R. et NARI C. P.: Comparative efficacy of different formulations of B. H. C. and organophosphorus compounds as such and in combination with chlorinated hydrocarbons against *C. fatigans* 503
- PAVAN Mario: La lotta biologica con le formiche del gruppo *Formica rufa* in Italia . . 718
- PAVLOV P.: Les tiques Ixodidae en Bulgarie: Leur role pour les maladies transmissibles en egard au foyers et a la propagation de la brucellose 428
- PHILIP Cornelius B.: Arthropods in relation to the reservoir mechanism of microbial agents of animal diseases (Abstract) 353
- PINTERA Albert: Dr. V. Pašek zum Gedächtnis . . . . . 555
- PIRCHNER Franz: Erbliche Unterschiede zwischen Ertrageigenschaften von Bienen . . . 510
- POSTNER M.: Das Schadauftreten der Tannennadelgallmücke *Agevillea abietis* Hubault (Cecid. Dipt.) 178
- POSTNER M.: Zur biologischen Bekämpfung der Tannennadelgallmücke *Agevillea abietis* Hubault (Cecid. Dipt.) 711
- PREVETT P. F.: Studies on beetles of the Bruchidae in Northern Nigeria . . . . . 115
- PULPÁN J., VERNER P. H. and FIGALA J.: Report on the liquidation of some insects and mites which destroy food in czechoslovakian stores 300
- RAGEAU Jean: Intérêt médicaux des moustiques en océanie française . . . . . 378
- RAWLINGS G. B.: Forecasting mortality in forest following drought . . . . . 283
- REID J. A.: Mosquito systematics and the transmission of disease . . . . . 362
- REMAUDIÈRE G. et ZOMORRODI M.: Première contribution l'étude de deux *Asolcus* (Hym. Proctotrupidae) parasites des œufs d'*Eurygaster integriceps* Put. (Het. Pentatomidae) (Abstract) 746
- RICKENBACH A.: Essai d'étude biologique de la remanence du DDT dans la zone pilote de lutte antipaludique de Bobo Dioulasso (Haute Volta) 400
- RIHAR Jože: Periodizität in der Sekretion des Honigtaues auf der Tanne . . . . . 551
- ROBERTS Hywel: An examination of the biology of *Trachyostus ghanaensis* Schedl (Platypodidae), an ambrosia beetle attacking living trees of *Triplochiton scleroxylon* K. Schum, in West Africa 241
- RODRIGUEZ J. G.: Studies on biological control of housefly eggs using macrochelid mites (Abstract) 875
- ROUSEAU R.: Les degats des scolytides dans les forets de resineux (Abstract) . . . . . 191
- SAMEDOW N. G.: Zur ökologischen Charakteristik der Fauna von Käfern, die als Schädlinge der Landwirtschaft in Azerbeidschan bekannt sind 116
- ŠAMSIŇÁKOVÁ Anna: Zur Kultivierung der entomopathogenen Pilze . . . . . 863
- SANDNER Henryk: *Piesma quadrata* Fieb. in Polen . . . . . 119
- SČEPETILNIKOVA V. A.: Zur Frage der Erhöhung der Wirksamkeit oligophager Parasiten durch Methoden der Konzentration und Anreicherung derselben 744
- SCHEURER Stephan: Lachnidenbeobachtungen im Harz während des Sommers 1959 . . . 546

- SCHINDLER U.: Zur Parasitierung von *Evetria buoliana* Schiff. in Westdeutschlands Küstenregion und dem montanen Gebiet Serbiens 173
- SCHMIDT Lea: Bedeutung einer Kapselviruskrankheit beim Auftreten von *Hyphantria cunea* Drury 814
- SCHWEIGER H.: Entomologisch interessante niederösterreichische Naturschutzgebiete (Titel) 885
- SCHWERDTFEGER F.: Über neue forstschädliche Microlepidoptera an *Pinus*-Arten in Zentralamerika 236
- SCHWERTFEGER F.: Ein Versuch zur Bekämpfung der Kleinen Fichtenblattwespe (*Pristiphora abietina* Christ.) durch Ansiedlung der Roten Waldameise (*Formica polycтена* Först. bzw. *F. rufa* L.) 714
- SCOTT H. Eldon: The type of damage caused to different host plants by the carrot rust fly *Psila rosae* (F.) (Abstract) 118
- SHANAHAN G. J.: The maintenance of Dielidrin resistance in laboratory selected field strains of *Lucilia cuprina* Wied. 649
- SHEALS J. G.: The status of the genera *Dermanyssus*, *Allodermanyssus* and *Liponyssoides* (Acari, Mesostigmata) 473
- SHULOV A., ICKOWICZ M. and PENER-SALOMON H.: Observations on the influence of the venom of *Loxoscelis rufescens* (Sicariidae, Araneina) (Dufour 1820) on white mice 499
- SILVEIRA Guido A., BRUHN J. CARBONELL, VIÑA NUÑEZ O.: Ensayos de campo y de laboratorio para apreciar el comportamiento de compuestos fosforados contra el pulgón *Schizaphis graminum* Rond. (Homoptera, Aphidoptera) 651
- SIMEONE J. B.: Survey of wood-feeding Anobiidae in North eastern United States, including a study of temperature and humidity effects on egg development of *Hadrobregmus carinatus* (Say) 326
- SKUHRAVÝ Václav und NOVÁK Karel: Unterschiede in der Zusammensetzung der Insektenfauna der Kartoffel-, Klee- und Zuckerrübenfelder 122
- SMITH Carroll N.: Factors affecting the protection obtained with insect repellents . . . 482
- SMITH Carroll N.: Factors affecting the protection obtained with insect repellents . . . 668
- SMITH E. H. and O'BRIEN R. D.: The uptake and metabolism of Parathion by insect eggs (Abstract) 662
- SMITH Floyd F. and BRIERLEY Philip: Some insect and mite injuries resembling plant virus symptoms 817
- SMITH Kenneth M. & HILLS G. J.: Multiplication and ultrastructure of insect viruses 823
- SMITH Philip W., ZARNSTORFF William C. and MEDLER John T.: Insect Detection with portable blacklight traps 123
- SOLOMON M. E.: Status of the idea that weather can control insect populations . . . 126
- STEFANOV D. †: Eine biologische Anpassung des Schwammspinners (*Lymantria dispar* L.) 262
- SZUMKOWSKI Wacław: Nuevas observaciones sobre *Alabama argillacea* (Hbn.), Lepidoptera, Noctuidae, en Venezuela 131
- SZUMKOWSKI W.: A comparative method to determine insecticide efficiency in cotton (Abstract) 667
- SZUMKOWSKI W.: Notes on rearing *Coleomegilla maculata* with a non insect diet (Titel) 699
- TADIC M. und STANČIC J.: Application des appareils electriques specialement construits pour la capture des insectes photophiles (Titel) 668
- TANASIJEVIĆ Nikola: *Plagionotus floralis* Pall. An unknown pest of Lucerne in Yugoslavia 130
- TARSHIS B.: Laboratory and field evaluation studies with toxicant-sorptive dust formulations for the rapid knockdown and control of arthropods affecting man and animal (Abstract) 668
- TARVIT-GONTAR I. A.: Comparative ecological, biological and epidemiological peculiarities of *Phlebotomus* in Kirghizia (Abstract) 373
- TAUFFLIEB R.: Esquisse d'une répartition des Trombiculidae (Acarina) dans la sous-région occidentale d'Afrique 467
- TEMPLIN Eugen: Tierische Schädlinge als Faktor des Kiefernsterbens . . . 181
- TEOFILOVIĆ Živorad: *Lema melanopus* L. as a pest on cereals in Yugoslavia . . . 137
- THALENHORST Walter: Phänologische Labilität bei Fichten-Buschhornblattwespen (Hymenoptera, Diprionidae) und ihr Einfluß auf den Massenwechsel 159
- THIEM E.: Beziehungen zwischen den Erfolgen akarizider Maßnahmen im Obstbau und dem späteren Besatz von Wintereiern 138
- THOMPSON C. G.: The epizootiology of insect viruses . . . 819
- THORSTEINSON A. J.: Sensory regulation of feeding behaviour and orientation to the host in biting flies (Abstract) 426

- TIELECKE H.: Eine Analyse der unterschiedlichen Resistenz männlicher und weiblicher Kornkäfer gegen synthetische Kontaktinsektizide 657
- TISCHLER Wolfgang: Grünland-Insekten und ihre Beziehungen zum Grassamen- und Getreidebau in Nordwestdeutschland 142
- TOUMANOFF C.: Au sujet de la taxonomie des bacteries aerobies sporogenes et cristallophores pathogenes pour certains insectes 858
- TOWNES Henry: Host selection patterns in some nearctic ichneumonids (Hymenoptera) 738
- TSCHUBKOVA A. I.: The fauna and the spread of the transmitters of some transmissible disease of man in Armenia (Abstract) 493
- UNTERSTENHÖFER G.: Über eine neue Gruppe von Akariziden . . . . . 663
- VAN DEN BRANDE J. and VAN DE WOESTIJNE: Effect of gamma-radiation on the mediterranean flour moth *Ephesia kuehniella* Z. in different stages of development 563
- VAN DEN BOSCH Robert and SCHLINGER Evert I.: Biological control of the Spotted Alfalfa Aphid in Southern California (Abstract) 747
- VARLEY G. C. and GRADWELL G. R.: The effect of partial defoliation by caterpillars on the timber production of oak trees in England 211
- VEBER Jaroslav: Thermodesinfektion der von *Nosema bombycis* befallenen Seidenspinner-Eier 868
- VITÉ J. P. and RUDINSKY J. A.: Investigations on the resistance of conifers to bark beetle infestation 219
- VUKASOVIĆ P., GLUMAC S. et MARTINOVIĆ A.: Sur la polyphagie de la bruche du haricot (*Acanthoscelides obtectus* Say) 146
- WALLIS Robert C.: Environmental factors and epidemics of polyhedrosis in gypsy moth larvae 827
- WALOFF N.: The effects of a changing habitat on the population of a chrysomelid beetle *Phytodecta olivacea* Forster (Abstract) 705
- WASSILIEW V. P.: Grundlagen der Schädlingsbekämpfung im Obstbau . . . . . 148
- WATERS William E.: The ecological significance of aggregation in forest insects . . . . . 206
- WAY M. J. and BANKS C. J.: Significance of competition in the natural control of aphids (Abstract) 746
- WEISER Jaroslav: Über die Benutzung der Nematoden zur biologischen Schädlingsbekämpfung 880
- WEISER Jaroslav und VAŇKOVÁ Jiřina: Zur Spezifität des *B. thuringiensis*-Toxins . . 840
- WEYER F.: Insekten als Wirte und Überträger von Rickettsien . . . . . 354
- WIKTOROW G. A.: Nahrungsspezialisierung bei den Phasiinen (Diptera, Larvavoridae) und ihre Bedeutung für die Populationsdynamik der Weizenwanze *Eurygaster integriceps* Put. 721
- WILDBOLZ Th. und BAGGIOLINI M.: Über das Verhalten des Apfelwicklers (*Carpocapsa pomonella* L.) während der Eiablageperiode 150
- WILLE H.: Bakteriologische Untersuchungen an *Sc. pluton*, dem vermutlichen Erreger der Sauerbrut der Honigbiene (*Apis mellifica* L.) 521
- WILSON M. C., GALUN R. L., FLORENTINE G. J. and KIRK R. E.: Toxicity of phorate and other systemic organic phosphate insecticides to *Phytophaga destructor* (Say) 153
- WIESMANN R.: Sinnesphysiologische Untersuchungen an *Musca domestica* L. (Abstract) 440
- WOKE P. A.: Survival potential of *Haemagogus equinus* Theobald adults (Abstract) . . 390
- WOLFENBARGER D. O.: Squash yields from different numbers of honey bee colonies per acre 537
- YAMAFUJI Kazuo: Enzymatic action of polyhedral virus . . . . . 829
- ZIEGLER H.: Die chemische Zusammensetzung des Siebröhrensaftes . . . . . 537
- ZIVIJINOVIĆ Svetislav: Zur Biologie des *Cryptorrhynchus lapati* L. (Coleoptera, Curculionidae) in Jugoslawien (Abstract) 261
- ZUMPT F.: Die oestroiden Fliegen des Wildes in der äthiopischen Region . . . . . 454

















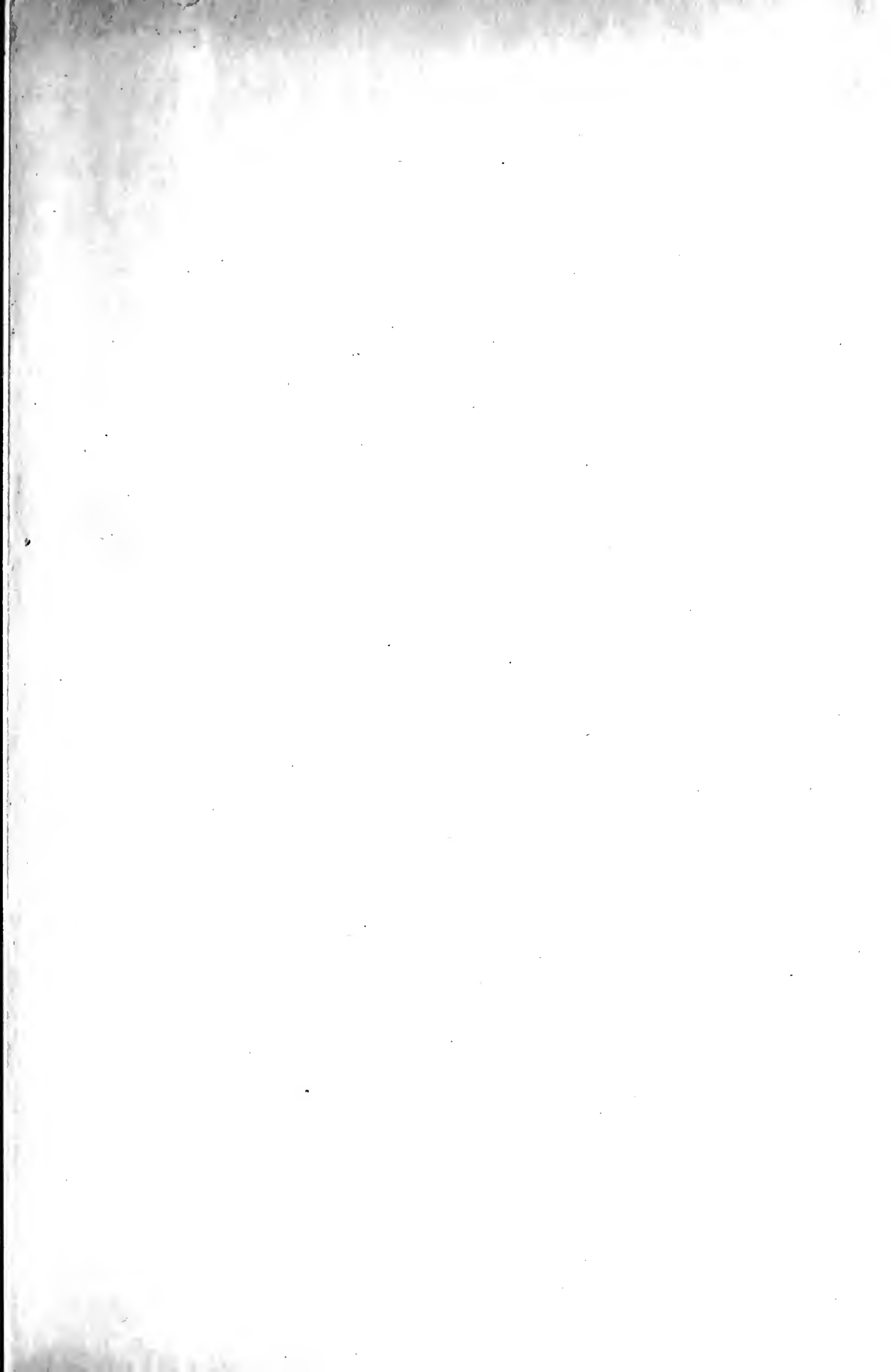




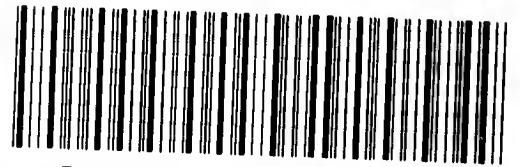








UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA



3 0112 018253986